

**SUBJEKTIIVISESTI JA OBJEKTIIVISESTI MITATUN
FYYSISEN AKTIIVISUUDEN YHTEYS
SOKERIAINEENVAIHDUNTAAN
Oulu kohortti -45 aineistossa**

Miia Länsitie
Pro gradu -tutkielma
Liikuntalääketiede
Itä-Suomen yliopisto
Lääketieteen laitos
Marraskuu 2015

ITÄ-SUOMEN YLIOPISTO, Terveystieteiden tiedekunta

Lääketieteen laitos

Liikuntalääketiede

LÄNSITIE, MIIA: Subjektiiivisesti ja objektiivisesti mitatun fyysisen aktiivisuuden yhteys sokeriaineenvaihduntaan, Oulu kohortti -45 aineistossa

Pro gradu -tutkielma, 90 sivua

Ohjaajat: FT, dosentti Mika Venojärvi; LKT, yleislääketieteen professori Sirkka Keinänen-Kiukaanniemi; FT, terveystieteiden professori Raija Korpelainen

Marraskuu 2015

Avainsanat: fyysinen aktiivisuus, inaktiivisuus, tyypin 2 diabetes, väestöpohjainen

Tämän pro gradu -tutkielman tavoitteena on selvittää subjektiiivisesti ja objektiivisesti mitatun fyysisen aktiivisuuden välistä yhteyttä, sekä fyysisen aktiivisuuden ja inaktiivisen ajan suhdetta sokeriaineenvaihdunnan häiriöiden esiintymiseen.

Tutkimusaineisto koostuu vuosina 2013–2014 Oulu- 45 Hyvinvointi ja Terveys seurantatutkimukseen (Oulu kohortti -45) osallistuneista miehistä ja naisista (N=242). Tutkittavien subjektiiivinen arvio vapaa-ajan fyysisen aktiivisuuden määrästä ja istumisen määrästä on selvitetty kyselylomakkeella. Objektiivinen fyysisen aktiivisuuden ja inaktiivisen ajan mittaus suoritettiin kiihtyvyysanturiin perustuvalla ranteeseen kiinnitetyllä aktiivisuusmittarilla (Polar Active) kahden viikon ajanjaksolta. Tutkittavien sokeriaineenvaihdunnan tilaa selvitettiin sokerirasituskokeen avulla.

Tutkimustulosten mukaan subjektiiivisesti arvioitu harrastetun liikunnan määrä korreloi voimakkaasti objektiivisesti mitatun vähintään kohtuukuormitteisen fyysisen aktiivisuuden määrän kanssa. Objektiivisen fyysisen aktiivisuuden mittauksen perusteella havaittiin, että suurempi kevyt kuormitteisen fyysisen aktiivisuuden määrä on yhteydessä parempaan sokerinsietoon sokerirasituskokeessa. Objektiivisesti mitattu vähintään kohtuukuormitteisen tai raskaan fyysisen aktiivisuuden määrä sen sijaan on käänteisesti yhteydessä paastosokeripitoisuuteen, sekä pitkäaikaiseen sokeritasapainoon. Kun painoindeksi ja sukupuoli vakioitiin, ainoastaan objektiivisesti mitattu kevyt fyysinen aktiivisuus oli itsenäisesti yhteydessä parempaan sokerinsietoon ja objektiivisesti mitattu raskas fyysinen aktiivisuus selitti alhaisempaa pitkäaikaista sokeritasapainoa. Vastaavia yhteyksiä ei havaittu tarkasteltaessa subjektiiivisesti mitatun fyysisen aktiivisuuden yhteyttä verensokerimuuttujiin. Suurempi objektiivisesti mitattu inaktiivinen aika on yhteydessä heikompaan sokerinsietoon sokerirasituskokeessa. Subjektiiivisesti arvioidun istumisen määrän ja sokerinsiedon välillä ei sen sijaan havaittu vastaavaa yhteyttä.

Johtopäätöksenä voidaan todeta, että subjektiiivinen arvio harrastetun liikunnan määrästä korreloi hyvin ikääntyvien objektiivisesti mitatun vähintään kohtuukuormitteisen fyysisen aktiivisuuden määrän kanssa. Fyysisen aktiivisuuden suurempi määrä ja inaktiivisuuden välttäminen ovat yhteydessä parempaan sokeriaineenvaihdunnan tilaan huolimatta fyysisen aktiivisuuden intensiteetistä. Fyysisen aktiivisuuden objektiivisella mittauksella saadaan esiin fyysisen aktiivisuuden ja inaktiivisuuden vaikutuksia sokerimuuttujiin, joita ei subjektiiivisillä menetelmillä havaita.

UNIVERSITY OF EASTERN FINLAND, Faculty of Health Sciences

School of Medicine

Exercise Medicine

LÄNSITIE, MIIA: Subjectively and objectively measured physical activity and relationships for glucose metabolism, Oulu-45 Cohort.

Master's thesis, 90 pages

Supervisors: Adjunct Professor, PhD Mika Venojärvi; Professor Sirkka Keinänen-Kiukaanniemi; Professor, PhD Raija Korpelainen

November 2015

Keywords: physical activity, sedentary time, inactivity, type 2 diabetes, population-based

The aim of the study is to examine the connection of subjectively and objectively measured physical activity, and also the association of the physical activity and sedentary time for glucose metabolism disorders.

The study population consisted of men and women who were involved in Oulu-45 Cohort in years 2013–2014 (N=242). Data of self-reported physical activity and sitting time was collected with a questionnaire. The physical activity and inactivity was measured objectively with wrist worn accelerometer-based method (Polar Active) in a period of two weeks. The glucose metabolism of the participants was clarified with glucose tolerance test.

Research results show a strong correlation between self-reported amount of exercise and the amount of objectively measured moderate to vigorous intensity physical activity (MVPA). Based on objectively measured physical activity, it was found that the higher amount of light-intensity physical activity is associated with better glucose tolerance in glucose tolerance test. Instead, higher amount of objectively measured MVPA is associated with lower fasting glucose and hemoglobin A1c concentrations. However, when effect of body mass index and gender is standardized, only the effect of objectively measured light intensity physical activity to better glucose tolerance and the objectively measured vigorous intensity physical activity explain to lower hemoglobin A1c. Similar associations were not found when self-reported physical activity and blood glucose variables were compared. Higher amount of objectively measured sedentary time is associated with weaker glucose tolerance in glucose tolerance test. Instead, similar associations were not found between self-reported sitting time and glucose tolerance.

In conclusion, self-reported amount of exercise gives very accurate information of the total physical activity level among the elderly. Higher amount of physical activity and avoiding sedentary time are associated to better glucose metabolism despite intensity of physical activity. Objectively measured physical activity reveals the effects of physical activity or sedentary time on glucose metabolism, which are not found with self-reported methods.

ESIPUHE

Tämä pro gradu -tutkielma on toteutettu yhteistyössä Oulun yliopiston lääketieteellisen tiedekunnan Elinikäisen Terveiden Tutkimusyksikön, Oulun Diakonissalaitoksen liikuntalääketieteellisen klinikan ja Itä-Suomen yliopiston terveystieteiden tiedekunnan, liikuntalääketieteen oppiaineen kanssa.

Tahdon kiittää pro gradu -tutkielman mahdollistamisesta Oulu- 45 Hyvinvointi ja Terveys seurantatutkimuksen johtaja, professori Sirkka Keinänen-Kiukaanniemeä, joka mahdollisti aineiston käytön huolimatta siitä, että opintoni tapahtuivat Itä-Suomen yliopistossa. Haluan kiittää myös Oulun Diakonissalaitoksen liikuntalääketieteellisen klinikan palvelujohtaja Kaisu Kaikkosta, joka mahdollisti työskentelyni keväällä 2014 Oulu- 45 Hyvinvointi ja Terveys seurantatutkimuksen aineiston keruussa. Omakohtaisesti tutusta aineistosta oli hyvä lähteä pro gradu -tutkielmaa toteuttamaan. Kiitos myös liikuntalääketieteellisen klinikan henkilökunnalle, kun otitte minut vastaan ja perehdytite tutkimusaineiston keräykseen.

Erityisesti haluan kiittää ohjaajiani yleislääketieteen professori Sirkka Keinänen-Kiukaanniemeä, terveysliikunnan professori Raija Korpelaista ja liikuntalääketieteen yliopiston lehtori, dosentti Mika Venojärveä pitkäjänteisestä työpanoksesta, tuesta ja asiantuntemuksesta, minkä avulla pro gradu -tutkielma on saatettu päätökseen.

Haluan kiittää myös FT Riikka Aholaa asiantuntemuksesta ja työpanoksesta fyysisen aktiivisuuden mittaamista kohtaan. Kiitokseni kuuluvat myös biostatistikko Sauli Herralalle, joka on kärsivällisellä työpanoksellaan muokannut aktiivisuusmittarin raakadataa niin, että minulla on ollut mahdollista sitä tutkielmassani hyödyntää.

Kempeleessä 18.11.2015

Miia Länsitie

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	3
2 KIRJALLISUUSKATSAUS	5
2.1 Tyypin 2 diabetes.....	5
2.1.1 Heikentynyt sokerinsieto ja heikentynyt paastosokeri	6
2.1.2 Tyypin 2 diabeteksen riskitekijät.....	7
2.2 Fyysinen aktiivisuus	10
2.2.1 Fyysisen aktiivisuuden kuormittavuus	11
2.2.2 Fyysisen aktiivisuuden arviointimenetelmät	14
2.2.3 Terveysliikuntasuositukset	18
2.2.4 Inaktiivisuus.....	26
2.3 Fyysisen aktiivisuuden merkitys tyypin 2 diabeteksen ehkäisyssä ja hoidossa	28
2.3.1 Kestävyystyypin fyysisen aktiivisuuden merkitys tyypin 2 diabeteksen ehkäisyssä ja hoidossa	30
2.3.2 Voimaharjoittelun merkitys tyypin 2 diabeteksen ehkäisyssä ja hoidossa...	32
2.3.3 Objektiivisesti mitatun fyysisen aktiivisuuden suhde verensokerimuuttujiin	33
2.3.4 Inaktiivisuuden merkitys tyypin 2 diabeteksen riskitekijänä	35
3 TUTKIMUKSEN TAVOITE	37
4 AINEISTO JA MENETELMÄT	38
4.1 Tutkimuksen toteutus	38
4.2 Analyysi ja tulosten käsittely.....	41
5 TULOKSET.....	46
5.1 Aineiston kuvailu.....	46
5.2 Subjektiiivisesti ja objektiivisesti mitattu fyysinen aktiivisuus.....	48
5.3 Subjektiiivisesti ja objektiivisesti mitatun fyysisen aktiivisuuden määrän ja intensiteetin välinen yhteys	54
5.4 Subjektiiivisesti mitatun fyysisen aktiivisuuden määrän ja intensiteetin, sekä verensokeriarvojen välinen korrelaatio	56
5.5 Objektiivisesti mitatun fyysisen aktiivisuuden määrän ja intensiteetin, sekä verensokeriarvojen välinen korrelaatio	58

6 POHDINTA.....	65
6.1 Tutkimustulosten suhde aiempaan tutkimustietoon	65
6.1.1 Subjektiivisesti ja objektiivisesti mitatun fyysisen aktiivisuuden välinen korrelaatio ja terveysliikuntasuositusten toteutuminen	66
6.1.2 Subjektiivisesti ja objektiivisesti mitatun fyysisen aktiivisuuden suhde verensokerimuuttujiin	68
6.1.3 Subjektiivisesti ja objektiivisesti mitatun fyysisen inaktiivisuuden suhde verensokerimuuttujiin	70
6.2 Tutkimusmenetelmien luotettavuus.....	72
6.3 Tutkimuksen vahvuudet ja rajoitukset.....	74
6.4 Tulosten merkitys liikuntalääketieteellisen tutkimuksen ja käytännön terveyden edistämisen näkökulmasta	77
7 JOHTOPÄÄTÖKSET	79
8 LÄHDELUETTELO	80

1 JOHDANTO

Tyypin 2 diabeteksen esiintyminen on lisääntynyt nopeasti niin Suomessa kuin maailmanlaajuisestikin. Ennusteen mukaan diabeetikkojen määrä tulee kehittyneissä maissa yli kaksinkertaistumaan vuoteen 2030 mennessä, verrattuna vuoden 2000 tilanteeseen. (Wild 2004; Diabetes: Käypä hoito -suositus 2013). Diabetes on kansanterveyden lisäksi huomattava kansantaloudellinen ongelma aiheuttaen Suomessa noin 15 % terveydenhuollon kokonaiskustannuksista. Suomessa arvioidaan olevan jopa 500 000 diabeetikkoa. Diagnoosin saaneista diabeetikoista noin 75 % sairastaa tyypin 2 diabetesta. (Diabetes: Käypä hoito -suositus 2013). Maailmanlaajuisesti diabetesta sairastaa 347 miljoonaa ihmistä, joista 90–95 % sairastaa tyypin 2 diabetesta. Vuosittain diabetekseen kuolee arviolta 3,4 miljoonaa henkilöä. (WHO 2013; American Diabetes Association 2014).

Terveellinen ravitsemus, liikunta ja painonpudotus ovat keskeisiä tekijöitä tyypin 2 diabeteksen ehkäisyssä, hoidossa ja diabeteksen aiheuttamien liitännäissairauksien ehkäisyssä (Tuomilehto ym. 2001; Diabetes: Käypä hoito -suositus 2013; WHO 2013; American Diabetes Association 2014). Fyysisen aktiivisuuden puute on tyypin 2 diabeteksen itsenäinen riskitekijä (De Rezende ym. 2014b). Arviolta 43 % inaktiiveista henkilöistä tulee sairastumaan tyypin 2 diabetekseen elämänsä aikana (Lee ym. 2012). Vuonna 2007 julkaistun systemaattisen katsauksen mukaan kohtuukuormitteisella säännöllisellä kestävyystyypillisellä fyysisellä aktiivisuudella voidaan vähentää tyypin 2 diabeteksen esiintymistä kolmanneksella verrattuna inaktiiviseen elämäntapaan (Jeon ym. 2007). Lihasvoimaharjoittelun vaikutukset tyypin 2 diabetes riskiin eivät ole yhtä selkeitä, kuin kestävyystyypillisen harjoittelun positiiviset vaikutukset ja voimaharjoittelun hyödyt näyttäisivätkin olevan suuremmat diabeteksen hoidossa kuin ehkäisyssä (Williams 2007; U.S. Department of Health and Human Services 2008a).

Tämän hetkiset terveysliikuntasuositukset pohjautuvat pääosin subjektiivisesti arvioituun fyysisen aktiivisuuden määrään ja käytössä on vasta vähän tietoa objektiivisesti mitatun fyysisen aktiivisuuden kokonaismäärän, sekä intensiteetin ja terveyden välisistä yhteyksistä (Celis-Morales 2012; Husu ym. 2014). Etenkin matala

intensiteettinen fyysinen aktiivisuus ja paikallaan olon keskeytyminen voivat kuitenkin jäädä subjektiiviseen arvioon pohjautuvalla menetelmillä havaitsematta, joten subjektiivisen ja objektiivisen mittauksen yhdistäminen voi antaa kaikista tarkimman kuvan yksilön todellisesta fyysisestä aktiivisuudesta (Pate ym. 2008; Strath ym. 2013; Husu ym. 2014; Ara ym. 2015). Oulu- 45 Hyvinvointi ja Terveys seurantatutkimuksessa fyysistä aktiivisuutta on selvitetty sekä subjektiiviseen arvioon perustuvilla kyselylomakkeilla, että kiihtyvyysanturiin perustuvalla fyysisen aktiivisuuden objektiivisella mittauksella. Tässä pro gradu -tutkielmassa tarkastellaan sekä subjektiivisesti, että objektiivisesti mitatun fyysisen aktiivisuuden määrän ja intensiteetin välistä korrelaatiota, sekä subjektiivisesti ja objektiivisesti mitatun fyysisen aktiivisuuden ja inaktiivisen ajan yhteyttä sokeriaineenvaihduntaan.

2 KIRJALLISUUSKATSAUS

2.1 Tyypin 2 diabetes

Tyypin 2 diabeteksessa haiman tuottaman insuliinin määrä ei ole tarpeeseen nähden riittävä ja insuliinin vaikutus kudoksissa on heikentynyt. Tyypin 2 diabetekseen liittyy usein ylipainoa, sekä muita metabolisia riskitekijöitä, kuten kohonneet kolesteroliarvot ja kohonnut verenpaine. (Diabetes: Käypä hoito -suositus 2013; American Diabetes Association 2014). Diabetes voi aiheuttaa merkittäviä komplikaatioita, kuten sydän- ja verisuonisairauksia, neuropatiaa, retinopatiaa, munuaisten vajaatoimintaa ja ennenaikaisia kuolemia. Diabeteksen aiheuttamat komplikaatiot ovat merkittävä sokeutta ja alaraaja-amputaatioita aiheuttava tekijä. (WHO 2013; American Diabetes Association 2014). Tyypin 2 diabetesta, diabetekseen liittyviä liitännäissairauksia ja sen aiheuttamia komplikaatioita voidaan ehkäistä tehokkaasti terveellisillä elämäntavoilla, kuten liikunnalla ja ravitsemuksella (Diabetes: Käypä hoito -suositus 2013; WHO 2013).

Insuliiniresistenssillä tarkoitetaan tilaa, missä haiman β -solut erittävät insuliinia, mutta insuliinin vaikutus kohdekudoksessa on heikentynyt. Insuliiniresistenssiä voi esiintyä niin lihaskudoksessa, maksassa kuin rasvakudoksessakin. Suurin osa glukoosista käytetään lihaskudoksessa, joten lihaskudoksen insuliiniresistenssi on keskeinen tekijä tyypin 2 diabeteksen synnyssä. Insuliiniherkkyydellä tarkoitetaan kudosten kykyä käyttää insuliinia. (Muniyappa ym. 2008; DeFronzo ja Tripathy 2009).

Tyypin 2 diabeteksen diagnostiset kriteerit täyttyvät, kun sokerirasituskokeessa kahden tunnin sokeriarvo (P-gluk 2h) laskimoveren plasmasta mitattuna on vähintään 11,1 mmol/l (millimoolia litrassa). Terveellä henkilöllä plasman kahden tunnin sokeripitoisuus sokerirasituskokeessa on pienempi kuin 7,8 mmol/l. Tyypin 2 diabetes voidaan diagnosoida myös paastosokerin (P-gluk 0) ollessa vähintään 7,0 mmol/l tai pitkäaikaisen sokeritasapainon (B-HbA1c) ollessa vähintään 6,5 % eli 48 mmol/mol (millimoolia moolissa). Tyypin 2 diabeteksen diagnosointiin vaaditaan yleensä vähintään kahdella eri mittauskerralla saatu poikkeava tulos, mutta arvon 11,0 mmol/l ylittävä kahden tunnin arvo sokerirasituskokeessa voi johtaa jo yhden mittauskerran ja

diabetekseen sopivan oirekuvan perusteella diabetesdiagnoosiin. (Diabetes: Käypä hoito -suositus 2013; American Diabetes Association 2014).

2.1.1 Heikentynyt sokerinsieto ja heikentynyt paastosokeri

Heikentyneellä sokerinsiedolla (IGT, impaired glucose tolerance) tarkoitetaan tilaa, missä kahden tunnin verensokeriarvo on sokerirasituskokeessa normaalia suurempi ja ilman elämäntapamuutoksia henkilöllä on suuri riski sairastua tyypin 2 diabetekseen (WHO 2013; American Diabetes Association 2014). Heikentyneestä sokerinsiedosta puhutaan, kun plasman verensokeripitoisuus sokerirasituskokeessa on kahden tunnin kohdalla 7,8–11,0 mmol/l (Diabetes: Käypä hoito -suositus 2013; American Diabetes Association 2014). Heikentyneessä sokerinsiedossa lihasten insuliiniresistenssi on keskeinen tekijä, mutta maksan insuliiniherkkyys on yleensä lähellä normaalia (Nathan ym. 2007).

Maailman terveysjärjestön WHO:n ja suomalaisten kriteerien mukaan heikentyneestä paastosokerista (IFG, impaired fasting glucose) puhutaan plasmasta analysoidun verensokerin ollessa välillä 6,1–6,9 mmol/l. Plasman paastosokeri on normaali ollessaan alle 6,0 mmol/l. (WHO 2006; Diabetes: Käypä hoito -suositus 2013). American Diabetes Associationin vuonna 2014 julkaisemien suositusten mukaan heikentynyt paastosokeri voidaan todeta jo paastosokeripitoisuuden ollessa välillä 5,6–6,9 mmol/l (American Diabetes Association 2014). IFG:ssä maksan insuliiniresistenssi on keskeinen tekijä, kun taas lihasten insuliiniherkkyys on usein normaali (Nathan ym. 2007).

Heikentyneestä sokerinsiedosta ja heikentyneestä paastosokerista voidaan käyttää termiä prediabetes (American Diabetes Association 2014). Henkilön, jolla on IFG tai IGT riski sairastua tyypin 2 diabetekseen elämänsä aikana on jopa 70 %. Mikäli henkilöllä on sekä heikentynyt sokerinsieto ja heikentynyt paastosokeri, niin riski sairastua on jopa kaksinkertainen verrattuna tilanteeseen, jossa henkilöllä on ainoastaan IFG tai IGT. IFG:n ja IGT keskeisenä hoitomuotona on 5–10 % painonpudotus ja fyysisen aktiivisuuden lisääminen. (Nathan ym. 2007).

Riski sairastua tyypin 2 diabetekseen nousee huomattavasti myös pitkäaikaisen sokeritasapainon ollessa koholla välillä 5,7–6,4 % (American Diabetes Association 2014). Droumaguet ym. (2006) seurasivat kohorttitutkimuksessaan (DESIR) kuuden vuoden ajan ranskalaisia 30–65-vuotiaita naisia ja miehiä. Tulosten mukaan riski sairastua tyypin 2 diabetekseen kuuden vuoden seuranta-aikana nousi sitä enemmän, mitä suurempi pitkäaikainen sokeritasapaino lähtötilanteessa oli. Pitkäaikainen sokeritasapaino oli tutkimuksessa itsenäinen riskitekijä tyypin 2 diabeteksen kehittymiselle molemmilla sukupuolilla, joskaan se ei ennustanut tyypin 2 diabeteksen kehittymistä yhtä selkeästi kuin kohonnut paastosokeripitoisuus. (Droumaguet ym. 2006).

2.1.2 Tyypin 2 diabeteksen riskitekijät

Tyypin 2 diabeteksen keskeisimmät riskitekijät ovat ylipaino, keskivartalolihavuus, ikääntyminen ja fyysisen aktiivisuuden puute. Muita riskitekijöitä on muun muassa tupakointi, heikko kardiorespiratorinen suorituskyky, aiempi raskausajan diabetes, kohonnut verenpaine, kohonnut kolesteroliarvot ja elimistön krooninen matala-asteinen tulehdus, sekä perinnöllinen alttius. (Nathan ym. 2007; Vazquez ym. 2007; Sieverdes 2009; American Diabetes Association 2014; Wasenius 2014). Diabeteksen oireita ovat jano, lisääntynyt virtsaamisen tarve ja painon lasku. Heikentyneen paastosokerin ja heikentyneen sokerinsiedon riskitekijät ovat samat kuin tyypin 2 diabeteksessä. (Nathan ym. 2007; American Diabetes Association 2014).

Kehon paino on aikuisilla normaali painoindeksin ollessa välillä 18,5–24,9 kg/m². Ylipainoisella henkilöllä painoindeksi on välillä 25,0–29,9 kg/m². Lihavuudesta puhutaan painoindeksin ollessa välillä 30,0–34,9 kg/m². Lihavuus on vaikeaa, mikäli painoindeksi on välillä 35,0–39,9 kg/m² ja sairaalloista, mikäli painoindeksi ylittää arvon 40,0 kg/m². Yli 60-vuotiailla suositeltu painoindeksialue on välillä 24,0–29,0 kg/m². (Lihavuus (aikuiset): Käypä hoito -suositus 2013; WHO 2015). Guh työryhmineen (2009) julkaisi meta-analyysin, minkä mukaan ylipaino voi aikuisilla miehillä yli kaksinkertaistaa riskin sairastua tyypin 2 diabetekseen ja naisilla ylipaino lisää sairastumisriskiä lähes nelinkertaiseksi. Lihavuus lisää meta-analyysin mukaan sairastumisriskiä vielä ylipainoa enemmän niin, että ylipainoisten miesten riski sairastua

tyypin 2 diabetekseen on yli kuusinkertainen ja naisilla yli 12-kertainen normaalipainoisiin verrattuna. (Guh ym. 2009).

Keskivartalolle ja sisäelinten ympärille kerääntynyt viskeraalinen rasva on erityisen haitallista terveydelle. Miehillä tavoitteena on, että vyötärön ympärys ei ylittäisi 94 senttimetriä. Miehillä lieväksi terveyshaitaksi luokitellaan vyötärön ympärys välillä 94–101 senttimetriä. Terveyshaitta on miehillä huomattava vyötärön ympäryksen ylittäessä 102 senttimetriä. Naisilla on suositeltavaa, että vyötärön ympärys on alle 80 senttimetriä. Lievä terveyshaitta naisille katsotaan aiheutuvan, mikäli vyötärön ympärys on välillä 80–87 senttimetriä ja huomattava terveyshaitta, mikäli vyötärön ympärys ylittää 88 senttimetriä. (WHO 2008; Painoindeksi ja vyötärön ympärys: Käypä hoito -suositus 2010).

Guhin ym. (2009) meta-analyysin mukaan vyötärölihavuus lisää tyypin 2 diabeteksen riskiä, joskaan ei yhtä voimakkaasti kuin ylipaino itsenäisenä riskitekijänä. Miehillä lievästi kohonnut vyötärön ympärys kaksinkertaistaa riskin sairastua tyypin 2 diabetekseen ja naisilla riski kolminkertaistuu. Keskivartalolihavuus sen sijaan lisää miesten riskin sairastua tyypin 2 diabetekseen yli viisinkertaiseksi ja naisten riskin sairastua jopa yli 11-kertaiseksi. (Guh ym. 2009). Vazquezin ym. (2007) julkaiseman meta-analyysin mukaan painoindeksi, vyötärön ympärys ja vyötärö-lantio -suhde korreloivat vahvasti tyypin 2 diabeteksen ilmaantuvuuden suhteen. Meta-analyysissa ei havaittu tilastollisesti merkitsevää eroa painoindeksin, vyötärön ympäryksen tai vyötärö-lantiosuhteen kyvyssä ennustaa tyypin 2 diabeteksen ilmaantuvuutta. (Vazquez ym. 2007). WHO:n vyötärölihavuutta käsittelevän raportin mukaan suurentunut vyötärön ympärysmitta ennustaa tyypin 2 diabeteksen kehittymistä jopa tarkemmin kuin painoindeksi (WHO 2008).

American College of Sports Medicinen ja American Diabetes Associationin (Colberg ym. 2010) systemaattisen katsauksen mukaan säännöllisellä fyysisellä aktiivisuudella voidaan vaikuttaa tyypin 2 diabeteksen esiintyvyyteen, sekä muihin metabolisiin riskitekijöihin. Katsauksen mukaan fyysisellä aktiivisuudella ja painon pudotuksella voidaan pienentää sairastumisriskiä tyypin 2 diabetekseen jopa 58 %. Fyysisen aktiivisuuden keskeisempänä tyypin 2 diabetes riskiä vähentävänä mekanismina on

insuliiniresistenssin väheneminen. Sekä kestävyys-, että voimaharjoittelulla voidaan katsauksen mukaan vähentää riskiä sairastua tyypin 2 diabetekseen. (Colberg ym. 2010).

Sawada ym. (2010) seurasivat japanilaisten miesten riskiä sairastua tyypin 2 diabetekseen 14 vuoden ajan. Tutkittavat oli jaettu hapenottokyvyn perusteella neljään luokkaan. Seurannan aikana havaittiin, että kardiorespiratoriselta suorituskyvyltään parhaimmalla neljänneksellä oli jopa 70 % pienempi todennäköisyys sairastua seuranta-aikana tyypin 2 diabetekseen verrattuna suorituskyvyltään heikoimpaan neljännekseen. Lisäksi tutkittavien sairastumisriski pieneni, mikäli heidän kuntotasonsa oli parantunut seuranta-aikana. Tutkimuksen mukaan heikko kardiorespiratorinen suorituskky oli itsenäinen riskitekijä tyypin 2 diabetekselle myös sen jälkeen, kun painoindeksi, systolisen verenpaineen, tupakoinnin, alkoholin käytön ja sukurasitteen vaikutus tyypin 2 diabetes riskiin vakioitiin. (Sawada ym. 2010).

Sieverdesin ym. (2009) yhdysvaltalaisilla miehillä toteutetun, laajaan otokseen perustuvan tutkimuksen mukaan keskimääräisen kardiorespiratorisen suorituskvyn omaavilla miehillä on 38 % pienempi riski sairastua tyypin 2 diabetekseen kuin huono kuntoisilla mallissa, missä taustamuuttajat on vakioitu. Kardiorespiratoriselta suorituskvyltään hyväkuntoisten riski sairastua tyypin 2 diabetekseen on 63 % pienempi kuin huonokuntoisten. Tutkimuksen mukaan huono kardiorespiratorinen suorituskky on tyypin 2 diabeteksen itsenäinen riskitekijä. (Sieverdes ym. 2009).

Wildin ym. (2004) mukaan suurin osa kehittyneiden maiden diabeetikoista on yli 65-vuotiaita. Väestön ikääntyessä on ennustettu, että tyypin 2 diabetes myös yleistyy vuoteen 2030 mennessä kaikista eniten yli 65-vuotiaiden keskuudessa. (Wild ym. 2014). Yehudan ym. (2014) mukaan ikääntyminen lisää tyypin 2 diabeteksen riskiä useilla eri mekanismeilla. Keskeisenä tekijänä on viskeraalisen rasvan määrän lisääntymiseen yhteydessä oleva insuliiniresistenssi, sekä lisääntynyt vapaiden rasvahappojen määrä verenkierrrossa, mikä osaltaan lisää insuliiniresistenssiä. Toissijaisena mekanismina haiman β -solujen määrän väheneminen ikääntyessä, jolloin haima ei voi tuottaa riittävää määrää insuliinia suhteessa kohonneeseen verensokeritasoon. (Yehuda ym. 2014).

2.2 Fyysinen aktiivisuus

Fyysisellä aktiivisuudella (physical activity, PA) tarkoitetaan tahdonalaisten lihasten aikaansaamia liikkeitä ja asentoja, minkä seurauksena energiankulutus kasvaa lepoenergiankulutusta suuremmaksi (Mälkiä 1983; Howley 2001). Fyysiseen aktiivisuuteen sisältyy niin harrastuksena suoritettu liikunta ja urheilu, kuin päivittäinen aktiivisuus työssä tai vapaa-ajalla (Garber ym. 2011). Terveys 2011 tutkimuksen mukaan subjektiiviseen arvioon perustuvalla kyselylomakkeella kerätyn tiedon mukaan 28 % 65–74-vuotiaista suomalaisista miehistä ja 23 % naisista täyttää liikuntasuositukset kestävyyskunnan osa-alueella. Huomioitaessa myös lihaskuntoharjoittelu ja tasapainoharjoittelu, liikuntasuositukset täyttäviä on ainoastaan 8 % 65–74-vuotiaista suomalaisista miehistä ja 9 % vastaavan ikäisistä naisista. (Mäkinen ym. 2012). Yhdysvaltalaisella väestöllä tehdyn tutkimuksen mukaan 70–93-vuotiaiden ikäryhmässä liikuntasuositukset täyttävien osuus on miehillä 15 % ja naisilla 10 % objektiivisesti mitattuna (Jefferis ym. 2014).

Objektiivisesti mitattuna vähintään kohtuukuormitteisen fyysisen aktiivisuuden määrä on tutkimusten mukaan varsin vähäistä. Esimerkiksi yhdysvaltalaisilla aikuisilla tehdyn tutkimuksen mukaan päivittäinen vähintään kohtuukuormitteisen fyysisen aktiivisuuden määrä on alle seitsemän minuuttia vuorokaudessa (Atienza ym. 2011). Barreiran ym. (2015) yhdysvaltalaisilla naisilla tehdyn tutkimuksen mukaan vähintään kohtuukuormitteista fyysistä aktiivisuutta esiintyi keskimäärin 22 minuuttia vuorokaudessa (Barreira ym. 2015).

Vapaa-ajan fyysisellä aktiivisuudella (leisure-time physical activity, LTPA) tarkoitetaan vapaa-ajalla toteutettua fyysistä aktiivisuutta, minkä tarkoituksena on välittömästi tai välillisesti lisätä tai ylläpitää terveyttä tai suorituskykyä. Vapaa-ajan fyysinen aktiivisuus voi sisältää sekä hyötyliikuntaa, kuten kävelyä tai pihatöitä, kuten myös harrastuksena toteutettua liikuntaa. Liikunta on yksi fyysisen aktiivisuuden alakategorioista. (Mälkiä 1983; Howley 2001; Garber ym. 2011).

Liikunnan teholla, kuormittavuudella ja intensiteetillä (intensity of physical activity) tarkoitetaan objektiivisesti mitattavissa olevaa kuormitusta, minkä liikunta aikaansaa

elimistön eri rakenteissa. Liikunnan kuormittavuus vaihtelee henkilön fyysisen suorituskyvyn, iän ja terveydentilan mukaan. Liikunnan rasittavuudella puolestaan tarkoitetaan henkilön kokema subjektiivista kokemusta liikunnan aiheuttamasta rasittavuudesta. (Liikunta: Käypä hoito -suositus 2012).

MET-arvo (metabolic equivalent) on energiankulutuksen yksikkö. 1MET vastaa istuen levossa olevan 40-vuotiaan miehen (70kg) keskimääräistä hapenkulutusta niin, että $1 \text{ MET} = 3,5 \text{ ml/ kg/min}$. (U.S. Department of Health and Human Services 2008b; Howley 2011).

MET-minuuteilla ja MET-tunneilla tarkoitetaan arvoa, mikä saadaan kun toiminnan MET-arvo kerrotaan toimintaan käytetyllä ajalla (U.S. Department of Health and Human Services 2008b).

2.2.1 Fyysisen aktiivisuuden kuormittavuus

Fyysisen aktiivisuuden intensiteettiä voidaan mitata absoluuttisella kuormittavuudella, mikä ei ota huomioon henkilön kuntotaso, ikää tai perussairauksia. Suhteellisella kuormittavuudella tarkoitetaan liikunnan kuormittavuutta, mikä on suhteutettu henkilön suorituskykyyn. (U.S. Department of Health and Human Services 2008b). Fyysisen aktiivisuuden arviointimenetelmät voidaan edelleen jakaa objektiivisiin ja subjektiivisiin menetelmiin. Objektiiviset menetelmät perustuvat energiankulutuksen mittaukseen (kalorimetrit ja kaksoismerkitty vesi), fysiologisiin mittauksiin (sydämen syke), liikkeen mittaamiseen (kiihtyvyysanturit ja askelmittarit) tai näiden yhdistelmiin. Subjektiivisia menetelmiä fyysisen aktiivisuuden arviointiin ovat kyselyt ja päiväkirjat tai henkilön kokema fyysisen aktiivisuuden rasittavuus (esim. rating of perceived exertion, RPE). (Borg 1998; Howley 2011; Liikunta: Käypä hoito -suositus 2012; Strath ym. 2013). Mitattu liikunnan kuormittavuus ja itse arvioitu liikunnan rasittavuus vastaavat hyvin toisiaan (U.S. Department of Health and Human Services 2008b).

Terveyden edistämisen näkökulmasta suositellaan käyttämään termejä kohtuu- ja raskas tehoinen liikunta numeeristen arvojen sijaan. Kohtuukuormitteinen kestävyysliikunta aiheuttaa hengästymistä, mutta keskustelu liikunnan aikana on vielä mahdollista.

Raskastehoisen kestävyysliikunnan aikana on mahdollista puhua ainoastaan muutamia sanoja. (U.S. Department of Health and Human Services 2008b).

Fyysisen aktiivisuuden kuormittavuus terveillä, normaalikuntoisilla aikuisilla, ikävälillä 18–64 vuotta on kevyttä MET-arvon sijoituessa välille 1,1–2,9 (U.S. Department of Health and Human Services 2008b). Esimerkiksi seistessä MET-arvo on 2,0 ja kevyesti venyteltäessä 2,5 (Ainsworth ym. 2000). Kohtuullinen kuormitus tarkoittaa normaali kuntoisilla aikuisilla MET-arvoja välillä 3,0–5,9 ja raskas tehoisen fyysisen aktiivisuuden aikana MET-arvo on yli 6,0 (U.S. Department of Health and Human Services 2008b). Kohtuutehoista liikuntaa on esimerkiksi tanssi (disco tms.) 4,5 MET ja tennis (kaksinpeli) 5,0 MET. Raskastehoista liikuntaa on esimerkiksi vesijuoksu 8,0 MET ja normaalivauhtinen pyöräily 8,0 MET. (Ainsworth ym. 2000). On kuitenkin huomioitava, että MET-arvot poikkeavat huono- tai erittäin hyväkuntoisilla henkilöillä toisistaan. Huonon suorituskyvyn omaavalla henkilöllä ($VO_{2max}=5$ MET eli 17,5 ml/kg/min) kohtuukuormitteisen fyysisen aktiivisuuden MET-arvo on välillä 2,6–3,3 ja hyvä kuntoisella henkilöllä ($VO_{2max}=12$ MET eli 42 ml/kg/min) kohtuukuormitteinen liikunta vastaa MET-arvoja 5,4–7,5. (Howley 2001).

Ikä vaikuttaa fyysisen aktiivisuuden kuormittavuuteen niin, että yli 65-vuotiailla kevyt kuormitteista fyysistä aktiivisuutta on 1,6–3,1 MET teholla tapahtuva aktiivisuus, kohtuukuormitteinen fyysinen aktiivisuus sijoittuu välille 3,2–4,7 MET, korkea intensiteettinen fyysinen aktiivisuus tapahtuu tasolla 4,8–6,7 MET, sekä erittäin korkea intensiteettinen fyysinen aktiivisuus tapahtuu teholla $\geq 6,8$ MET. (Garber ym. 2011).

Byrne ym. (2005) kyseenalaistivat tutkimuksessaan, että oletus $1 \text{ MET} = 3,5 \text{ ml/kg/min}$ pitäisi paikkansa kaikilla ihmisillä riippumatta sukupuolesta, iästä ja painoindeksistä. Tutkimuksessa mitattiin tutkittavien lepoenergiankulutusta epäsuoralla kalorimetrillä. Tulosten mukaan käytössä oleva 1 MET ($3,5 \text{ ml/kg/min}$) yliarvioi todellista lepoenergiankulutusta 35 % ylipainoisilla tutkittavilla. Byrnen ym. (2005) aineistossa keskimääräiseksi lepoenergiankulutukseksi saatiin $2,56 \pm 0,40 \text{ ml/kg/min}$. Tutkimukseen mukaan kehon rasvan määrä oli suurin tekijä, mikä aiheutti eroja lepoenergiankulutukseen, selittäen 59 % lepoenergiankulutuksen vaihtelusta. (Byrne ym. 2005). Byrnen ym. (2005) tutkimuksessa lepoenergiankulutus mitattiin kuitenkin

maaten, kun taas MET=3,5 ml/kg/min on määritetty istuvalla henkilöllä (Jette ym. 1990). Lepoenergiankulutuksen yksilöllinen vaihtelu onkin huomioitava muunnettaessa MET-arvoilla ilmaistu kuormitus energiankulutukseksi (Howley 2011).

Aktiivisuuden ollessa kevyttä hapenkulutus on välillä 20–39 % maksimaalisesta hapenottokyvystä. Hapenkulutus välillä 40–59 % maksimaalisesta hapenottokyvystä vastaa kohtuukuormitteista fyysistä aktiivisuutta ja hapenkulutus välillä 60–84 % maksimaalisesta hapenottokyvystä vastaa teholtaan raskasta fyysistä aktiivisuutta. (Howley 2001; U.S. Department of Health and Human Services 2008b). Sykereservillä tarkoitetaan maksimisykkeen ja leposykkeen välistä erotusta. Aktiivisuus on kevyttä fyysisen aktiivisuuden intensiteetin ollessa välillä 20–39 % sykereservistä. Kohtuukuormitteinen fyysinen aktiivisuus tapahtuu teholla 40–59 % sykereservistä ja raskas tehoinen fyysinen aktiivisuus 60–84 % sykereservistä. (Howley 2001). Kevyt kuormitus tapahtuu välillä 50–63 % maksimi sykkeestä. Kohtuukuormitteinen fyysinen aktiivisuus vastaa 64–76 % maksimisykkeestä ja fyysisen aktiivisuuden kuormittavuuden ollessa raskasta syke on 77–95 % maksimisykkeestä. Koettu kuormitus Borgin asteikolla mitattuna on 10–11 kuormituksen ollessa kevyttä. Borgin asteikolla mitattuna koettu kuormitus tasolla 12–13 on kohtuukuormitteista ja koettu kuormitus tasolla 14–16 raskasta fyysistä aktiivisuutta. (Borg 1998; Howley 2001; Garber ym. 2011). Yhteenveto fyysisen aktiivisuuden kuormittavuudesta normaali kuntoisilla aikuisilla on esitetty taulukossa 1.

TAULUKKO 1. Fyysisen aktiivisuuden kuormittavuus normaali kuntoisilla aikuisilla

Intensiteetti	MET	% VO ₂ max	% max.sykkeestä	% sykereservistä	RPE (0–20)
Kevyt aktiivisuus	1,1–2,9	20–39	50–63	20–39	10–11
Kohtuukuormitteinen	3,0–5,9	40–59	64–76	40–59	12–13
Raskas aktiivisuus	≥6,0	60–84	77–95	60–84	14–16

MET: metabolic equivalent

VO₂max: maksimaalinen hapenottokyky

RPE: Rated perceived exertion scale (Borg 1998)

2.2.2 Fyysisen aktiivisuuden arviointimenetelmät

Kaksoismerkitty vesi on tarkin käytössä olevista energiankulutuksen mittaamenetelmistä. Kaksoismerkitty vesi mittaa kokonaisenergiankulutusta ja se sopii parhaiten käytettäväksi muutamien päivien ajanjaksolle. Kaksoismerkityn veden menetelmässä tutkittava juo liuosta, joka sisältää määrätyn määrän tunnettuja hapen (^{18}O) ja vedyn (^2H) isotooppeja. Energiankulutuksen seurauksena syntynyt hiilidioksidi (CO_2) poistuu elimistöstä hengityksen mukana, kun taas syntynyt vesi (H_2O) poistuu hengityksen, hikoilun, virtsan ja haihtumisen mukana. Happimolekyylit poistuvat vetymolekyylejä nopeammin, koska happi sitoutuu sekä hiilidioksidiin, että veteen ja vety sitoutuu ainoastaan veteen. Energiankulutus lasketaan matemaattisesti hiilidioksidin ja veden poistumisnopeuden avulla. Kaksoismerkityn veden käyttöä energiankulutuksen mittaamisessa rajoittaa menetelmän hinta ja vaadittava erityisosaaminen. (Ainslie ym. 2003). Fyysisen aktiivisuuden osuus energiankulutuksesta voidaan laskea kaksoismerkityllä vedellä mitatusta kokonaisenergiankulutuksesta, mikäli myös lepoenergiankulutus ja ravitsemuksen vaikutus energiankulutukseen mitataan. (Strath ym. 2013).

Epäsuora kalorimetri mittaa energiankulutusta perustuen hapen käyttöön ja hiilidioksidin tuottoon. Epäsuora kalorimetri perustuu hengityskaasujen mittaukseen ja analysointiin, minkä vuoksi se on käyttökelpoinen erityisesti lyhyen ajan mittauksissa. Epäsuoraa kalorimetriä on mahdollista käyttää erityisesti laboratorio-olosuhteissa fyysisen aktiivisuuden energiankulutuksen mittaamiseen, mutta menetelmään perustuen on valmistettu myös mukana kannettavia laitteita. (Ainslie ym. 2003; da Rocha ym. 2006).

Kiihtyvyysantureihin perustuvat mittaamenetelmät (esimerkiksi aktiivisuusmittarit) mittaavat fyysisen aktiivisuuden määrää, frekvenssiä ja intensiteettiä perustuen liikkeen kiihtyvyyteen ja hidastuvuuteen. Kiihtyvyyden mittaus tapahtuu joko pystysuoran, eteen-taakse tai sivuttaissuuntaisen kiihtyvyyden mittauksena tai näiden yhdistelmänä. (Chen ja Bassett 2005). Kiihtyvyysanturin mittaama kiihtyvyys (nopeuden suhde käytettyyn aikaan) muutetaan matemaattisesti toiseksi yksiköksi, kuten ”countseiksi” tai MET-arvoiksi. Kiihtyvyysanturi sijoitetaan mittarista riippuen esimerkiksi vyötärölle tai

ranteeseen. Aktiivisuusmittarilla voidaan kerätä tietoa fyysisestä aktiivisuudesta muutamien viikkojen ajan, minkä jälkeen mittarin keräämä data käsitellään tietotekniikkaa hyväksi käyttäen. (Chen ja Bassett 2005; Strath ym. 2013). Barreiran ym. (2015) julkaiseman tutkimuksen mukaan objektiivinen fyysisen aktiivisuuden mittaustulokset suorittaa vähintään seitsemän päivän ajalta ja istumiseen käytetyn ajan mittaustulokset neljältä päivältä, jotta objektiivinen mittaustulos olisi luotettava ja huomioisi samalla tutkittavalla eri päivinä esiintyvät fyysisen aktiivisuuden vaihtelut (Barreira ym. 2015).

Kiihtyvyysantureiden avulla fyysisen aktiivisuuden seurannassa on muun muassa niiden mahdollisuus kerätä tietoa lyhyillä aikaväleillä, kuten 15 tai 30 sekunnin välein. Lyhyiden mittausjaksojen vuoksi fyysisen aktiivisuuden intensiteettiä ja kokonaismäärää, sekä fyysisen aktiivisuuden energiankulutusta voidaan tutkimusjakson aikana seurata tiiviisti. Kiihtyvyysanturi parantaa fyysisen aktiivisuuden seurannan lisäksi mahdollisuuksia tarkastella inaktiivisen ajan ja kevyen aktiivisuuden määrää liikuntatutkimuksissa. (Pate ym. 2008). Kiihtyvyysantureiden heikkoutena on niiden kyky mitata ainoastaan dynaamista fyysistä aktiivisuutta, jossa mittariin kohdistuu kiihtyvyys. Staattisen fyysisen aktiivisuuden kuormittavuus jää näin ollen huomioimatta kiihtyvyysanturia käytettäessä. (Chen ja Bassett 2005).

Vuonna 2007 julkaistun systemaattisen katsauksen mukaan silloin käytössä olleiden kiihtyvyysantureiden luotettavuus ei ollut kovinkaan hyvä verrattuna kaksoismerkityllä vedellä tarkasteltuun energiankulutukseen ja mittareiden luotettavuudessa oli suurta hajontaa. Kiihtyvyysantureiden luotettavuus riippui myös yksilöllisistä tekijöistä, kuten kehon painosta. (Plasqui ja Westerterp 2007). Kiihtyvyysantureiden käyttö ja kehitys on kuitenkin viime aikoina ollut mittavaa (Strath ym. 2013).

Van Remoortelin ym. (2012) julkaiseman systemaattisen katsauksen mukaan vapaa-ajalla tapahtuneissa mittauksissa aktiivisuusmittareiden validiteetti oli pääosin hyvä, verrattuna kaksoismerkityllä vedellä arvioituun kokonaisenergiankulutukseen (Van Remoortel ym. 2012). Mittarin validiteetilla tarkoitetaan mittarin kykyä mitata tutkimuksen kohteena olevaa asiaa. Reliabiliteetilla puolestaan tarkoitetaan mittarin kykyä mitata toistuvasti samaa asiaa. (KvantiMOTV 2008). Van Remoortelin ym. (2012) katsauksen mukaan kokonaisenergiankulutukseen vaikuttavat kuitenkin

voimakkaasti paino, ikä ja sukupuoli, mitkä selittävät osaltaan aktiivisuusmittareiden validiteettia suhteessa kokonaisenergiankulutukseen. Kyseisen tutkimuksen mukaan kiihtyvyyttä useammassa liikesuunnassa mittavat aktiivisuusmittarit olivat validiteetiltaan luotettavampia kuin kiihtyvyyttä yhdessä suunnassa mittavat aktiivisuusmittarit. Aktiivisuusmittarit aliarvioivat katsauksen mukaan energiankulutusta laboratoriomittauksissa kaikilla kävely-/ juoksunopeuksilla. Katsauksen mukaan aktiivisuusmittarit aliarvioivat laboratoriomittauksissa etenkin hitaan kävelyn aikaansaamaa energiankulutusta, mikä rajoittaa aktiivisuusmittareiden käyttöä muun muassa toimintakyvyltään alentuneilla henkilöillä. (Van Remoortel ym. 2012).

Polar Active (Polar Electro Oy 2010) aktiivisuusmittarin mittaama aktiivisuus korreloi MET-arvoiltaan hyvin epäsuoralla kalorimetrillä mitattuihin MET-arvoihin, sekä lapsilla, että aikuisilla. Polar Active aktiivisuusmittari mittaa suodatetulla signaalilla kiihtyvyyttä yhdessä suunnassa, minkä perusteella mittari laskee MET-arvon. Mittari erottelee mitatun aktiivisuuden viiteen eri aktiivisuusluokkaan (erittäin kevyt, kevyt, kohtuukuormitteinen, rankka ja erittäin rankka). Lisäksi mittari laskee kertyneen askelmäärän ja kulutetun energiamäärän kilokaloreina, sekä istumis- ja uniajan. Mittari kerää MET-arvoista myös raakadataa, mikä mahdollistaa datan analysoinnin muilla kuin mittariin syötetyillä oletus MET-arvoilla. Mittari mittaa MET-arvoja 30 sekunnin välein. Mittari on helppokäyttöinen ja se sijoitetaan ei dominoivan käden ranteeseen kellon tavoin. Mittari ei mittaa pyöräilyn aiheuttamaa fyysistä aktiivisuutta, eikä kevyttä kuntosaliharjoittelua. Mittari voi aliarvioida esimerkiksi kantamisen ja nostamisen aiheuttamaa energiankulutusta. (Polar Electro Oy 2010).

Askelmittarit mittaavat askelmäärää, minkä perusteella osa mittareista laskee myös etäisyyttä, sekä energiankulutusta. Vuonna 2003 julkaistussa artikkelissa (Crouter ym. 2003) vertailtiin kymmenen eri askelmittarin reliabiliteettia askelmäärän ja energiankulutuksen suhteen juoksumatolla kävellessä. Tutkimuksen mukaan askelmittareilla voitiin arvioida askelmäärää luotettavasti, mutta etäisyyden ja energiankulutuksen suhteen niiden mittaustulokset olivat epätarkkoja. Askelmäärän arviointi oli epätarkempaa hitaalla kuin nopealla kävelyvauhdilla, mikä saattaa heikentää askelmittareiden luotettavuutta esimerkiksi ikääntyvillä. (Crouter ym. 2003).

Leen ym. (2015) julkaisemassa artikkelissa tutkittiin aktiivisuusmittareiden validiteettia nuorilla aikuisilla askelmäärän osalta, sekä juoksumatolla, että vapaa-ajalla. Juoksumatolla kävellessä Polar Active aliarvioi askelmäärää 6,7–16 % kävelyvauhdista riippuen, verrattuna manuaalisesti laskettuun askelmäärään. Polar Activen ja manuaalisesti lasketun askelmäärän korrelaatio oli heikko tai keskinkertainen (ICC, intra-class correlation 0,39–0,67) kaikilla viidellä käytetyllä kävelynopeudella. Vapaa-ajalla Polar Active yliarvioi askelmäärää 44 % verrattuna kontrollina toimineeseen Yamax Digiwalker SW-701 askelmittariin. Tutkimuksen mukaan on huomioitava, että Polar Activen sijoittuminen ranteeseen voi aiheuttaa vapaa-ajalla askelmäärän yliarvioinnin, käden liikkeen vaikuttaessa askelmäärää lisäävästi. (Lee ym. 2015).

Sydämen sykkeeseen perustuvat mittaamenetelmät arvioivat fyysisen aktiivisuuden kuormittavuutta ja energiankulutusta prosentteina henkilön maksimisykkeestä, sykereservistä tai aerobisesta kapasiteetista (VO₂max) (U.S. Department of Health and Human Services 2008b). Syke nousee kohtuukuormitteisen ja raskaan fyysisen aktiivisuuden aikana lineaarisesti suhteessa rasituksen intensiteettiin. Kevyen aktiivisuuden arvioiminen sykkeen perusteella ei ole luotettavaa, koska sympaattisen hermoston toiminta vaikuttaa voimakkaasti sykkeeseen kevyen fyysisen aktiivisuuden ja levon aikana. Sykkeen nousu kuormituksen aikana tapahtuu viiveellä kuormituksen alussa ja toisaalta syke laskee viiveellä kuormituksen loputtua, mikä vaikeuttaa sykkeen käyttöä fyysisen aktiivisuuden määrän arvioinnissa. Sykkeen käyttöä mittaamenetelmänä vaikeuttaa myös sykkeen yksilöllisyys riippuen muun muassa kuntotasosta ja iästä. (Strath ym. 2000; Strath ym. 2013).

Liikuntakyselyt voivat olla lyhyitä yleisiä kyselyitä tai pidempiä kyselyitä, jotka kartoittavat liikuntatottumuksia laajemmin ja pidemmältä ajalta. Yleiset liikuntakyselyt ovat yleensä muutaman kysymyksen mittaisia ja niillä voidaan ryhmitellä henkilöt riittävän luotettavasti, joko liikuntasuosituksia täyttäväksi tai liian vähän liikkuviksi. Yleisiä liikuntakyselyitä käytetään muun muassa epidemiologisissa tutkimuksissa ja terveydenhuollossa. (Strath ym. 2013).

Helmerhorstin ym. (2012) systemaattisen katsauksen mukaan vain harvat käytössä olevista liikuntakyselyistä ovat sekä reliabiliteetiltaan, että validiteetiltaan luotettavia.

Erityisesti liikuntakyselyiden validiteetti tuottaa ongelmia, reliabiliteetin ollessa useimmiten hyväksyttävällä tasolla. (Helmerhorst ym. 2012). Forsénin ym. (2010) katsauksen mukaan liikuntakyselyt on usein kehitetty aikuisille ja niiden sopivuus ikääntyville tulee tarkoin varmistaa. Katsauksen mukaan ainoastaan muutama liikuntakysely oli reliabiliteetiltaan hyväksyttävä ikääntyvällä väestöllä. (Forsén ym. 2010). Liikuntakyselyiden ongelmana on erityisesti matala intensiteettisen fyysisen aktiivisuuden havaitseminen, kun taas korkeampi intensiteettisen aktiivisuuden seurannassa kyselyt arvioivat fyysisen aktiivisuuden määrää täsmällisemmin. (Strath ym. 2013; Ara ym. 2015). Liikuntakyselyiden etuna on muun muassa niiden halpa hinta, mahdollisuus mitata isoja populaatioita ja mahdollisuus havainnoida liikuntalajeja, joita esimerkiksi kiihtyvyysanturit eivät voi mitata. Objektiivisen ja subjektiivisen mittauksen yhdistäminen toisiinsa voikin antaa kaikista tarkimman kuvan yksilön fyysisestä aktiivisuudesta. (Ara ym. 2015).

Rödger ym. (2012) pyrkivät tutkimuksessaan kehittämään helposti käytettävän mittarin, millä voidaan subjektiivisesti kartoittaa fyysisen aktiivisuuden määrää osana kardiometabolisten riskitekijöiden kartoitusta. Tutkimuksessa havaittiin, että subjektiivisesti arvioitu liikunta-aktiivisuus korreloi voimakkaasti useiden sydän- ja verisuonisairauksien riskitekijöiden kanssa. Subjektiivisesti arvioitu fyysinen aktiivisuus korreloi negatiivisesti muun muassa painon, vyötärön ympäryksen ja plasman paastosokeripitoisuuden kanssa. (Rödger ym. 2012).

Fyysisen aktiivisuuden päiväkirjoja käytetään kun halutaan tietää vuorokauden aikainen fyysinen aktiivisuus tarkasti tunti tunnilta. Esimerkiksi yleisesti käytetyssä Bouchardin fyysisen aktiivisuuden päiväkirjassa fyysinen aktiivisuus kirjataan kolmen päivän ajan 15 minuutin välein. Kirjaaminen tapahtuu asteikolla, joka voidaan muuttaa MET-arvoiksi analysointia varten. (Bouchard ym. 1983; Strath ym. 2013).

2.2.3 Terveysliikuntasuosituks

Yhdysvaltalaisen kansallisen liikuntasuosituksen mukaan aikuisten tulisi saavuttaakseen pääosan fyysisen aktiivisuuden terveyshyödyistä liikkua 2,5 tuntia kohtuukuormitteisesti (esim. reipas kävely, vesivoimistelu, puutarhatyöt) viikossa tai

harrastaa tunti 15 minuuttia raskasta fyysistä aktiivisuutta (esim. juoksu, naruhyppely, lenkkeily mäkisessä maastossa) viikossa. Yhdysvaltalaisen suosituksen mukaan liikunnan terveyshyödyt kasvavat vähintään kohtuukuormitteisen viikoittaisen fyysisen aktiivisuuden määrän ylittäessä 500 MET-minuuttia. MET-minuutteina terveysliikuntasuosituksat saavutetaan liikkumalla 500–1000 MET-minuuttia viikossa. Suosituksen mukaan lihaskuntoharjoittelua tulisi tehdä vähintään kaksi kertaa viikossa. (U.S. Department of Health and Human Services 2008b).

Yleisen yhdysvaltalaisen liikuntasuosituksen mukaan terveyshyödyt lisääntyvät fyysisen aktiivisuuden määrän kasvaessa kohtuullisella kuormituksella viiteen tuntiin viikossa tai raskaalla kuormituksella 2,5 tuntiin viikossa. Kohtuutehoista ja raskastehoista fyysistä aktiivisuutta voi myös yhdistää toisiinsa. Myös yli viiden tunnin viikoittainen fyysinen aktiivisuus lisää edelleen saavutettuja terveyshyötyjä. (U.S. Department of Health and Human Services 2008b).

Pääsääntöisesti voidaan todeta, että kestoaltaan puolet lyhyemmällä raskastehoisella fyysisellä aktiivisuudella saavutetaan samat terveyshyödyt kuin kaksinkertaisella ajalla kohtuukuormitteista fyysistä aktiivisuutta. Esimerkiksi tunti kohtuukuormitteista fyysistä aktiivisuutta vastaa terveysvaikutuksiltaan puolentunnin raskastehoista fyysistä aktiivisuutta. Yhdysvaltalaisen suosituksen mukaan päivittäinen fyysisen aktiivisuuden määrä voidaan toteuttaa useampana vähintään kymmenen minuutin kestoisena ajanjaksona. Kestävyystyyppistä fyysistä aktiivisuutta tulisi yhdysvaltalaisen liikuntasuosituksen mukaan harrastaa vähintään kolmena päivänä viikossa. (U.S. Department of Health and Human Services 2008b).

Liikuntasuosituksat pohjautuvat yleensä objektiivisesti mitattavissa olevaan kuormittavuuteen, koska useimmat liikuntainterventiot on tehty käyttäen absoluuttista kuormitusta (U.S. Department of Health and Human Services 2008b). Toisaalta fyysisen aktiivisuuden kokonaismäärää on liikuntasuosituksia laadittaessa toistaiseksi kartoitettu pääosin subjektiiviseen arvioon perustuvilla menetelmillä. Fyysisen aktiivisuuden määrän ja intensiteetin mittaus kiihtyvyysanturiin perustuvilla objektiivisella mittauksella voikin jatkossa tuoda uutta tietoa terveysliikuntasuositusten pohjaksi. Todellisuudessa fyysisen aktiivisuuden terveysvaikutukset voivatkin ilmetä aiemmin

oletettua pienemmällä fyysisen aktiivisuuden kokonaismäärällä. (Husu ym. 2014; Celis-Morales ym. 2012).

American College of Sports Medicinen (ACSM) suositus mukailee kestävyystyyppisen fyysisen aktiivisuuden määrän suhteen yleistä yhdysvaltalaista liikuntasuositusta. ACSM:n suosituksen mukaan fyysisen aktiivisuuden ollessa kohtuukuormitteista, sitä tulisi harrastaa vähintään viitenä päivänä viikossa. Intensiteetiltään raskaan fyysisen aktiivisuuden voi jakaa kolmelle päivälle viikossa. Yhdistettäessä kohtuu- ja raskaskuormitteista fyysistä aktiivisuutta, viikon liikuntamäärä voidaan jakaa 3–5 päivälle. ACSM:n suositus asettaa tavoitteeksi 7000 askeleen ylittymisen vuorokauden aikana. (Garber ym. 2011).

Muiden maiden liikuntasuositukset noudattelevat pääosin yhdysvaltalaista liikuntasuositusta. Suomalaisen liikunnan käypä hoito -suosituksen (2012) mukaan työikäisten aikuisten (18–64-vuotta) tulisi harrastaa kestävyystyyppistä fyysistä aktiivisuutta vähintään 2,5 tuntia viikossa kohtuukuormitteisesti tai vaihtoehtoisesti raskasta fyysistä aktiivisuutta tunti 15 minuuttia viikossa. Käypä hoito -suosituksen mukaan viikon fyysisen aktiivisuuden määrän voi jakaa 3–5 päivälle viikon aikana ja toteuttaa vähintään 10 minuutin jaksoissa. Lihaskuntoharjoittelun osalta suomalainen liikuntasuositus mukailee yhdysvaltalaista suositusta, suositellen vähintään kahta lihaskuntoharjoitusta viikossa. (Liikunta: Käypä hoito -suositus, 2012). MET-minuutteina käypä hoito -suosituksen mukaiset luvut ovat 810–1125 MET-minuuttia kohtuukuormitteista tai 570–765 MET-minuuttia raskas tehoista liikuntaa viikossa.

Englantilainen liikuntasuositus on pääosin samanlainen kuin yhdysvaltalainen liikuntasuositus ja suomalainen liikunnan käypä hoito -suositus. Englantilaisen suosituksen mukaan terveiden aikuisten tulisi harrastaa kohtuukuormitteista kestävyystyyppistä fyysistä aktiivisuutta vähintään 2,5 tuntia viikossa tai vaihtoehtoisesti tunti 15 minuuttia raskastehoista liikuntaa jaettuna vähintään 10 minuutin jaksoihin, mieluiten vähintään viitenä päivänä viikossa. Lihaskuntoharjoittelua tulisi englantilaisen suosituksen mukaan harrastaa vähintään kaksi kertaa viikossa. Lihaskuntoharjoituksen tulisi koostua 8–10 liikkeestä niin, että kutakin liikettä tehdään 8–12 toistoa. (O'Donovan ym. 2010).

Kanadalainen liikuntasuositus vuodelta 2011 suosittelee aikuisväestölle vähintään 2,5 tuntia kohtuu- tai raskas tehoista kestävyystyypistä fyysistä aktiivisuutta viikossa jaettuna vähintään kymmenen minuutin jaksoihin. Päivittäin tarvittava fyysisen aktiivisuuden määrä riippuu fyysisen aktiivisuuden intensiteetistä. Kestävyystyypistä fyysistä aktiivisuutta tulisi kanadalaisen suosituksen mukaan olla 4–7 päivänä viikossa. Varsinaisen liikuntaharjoittelun lisäksi fyysisen aktiivisuuden kokonaismäärä voi koostua muusta fyysisestä aktiivisuudesta, kuten esimerkiksi työssä tai vapaa-ajalla tapahtuvasta fyysisestä aktiivisuudesta. Kanadalainen suositus kehottaa tekemään lihasvoimaharjoittelua vähintään kahtena päivänä viikossa. (Tremblay ym. 2011).

Yhdysvaltalaisen liikuntasuosituksen mukaan yli 65-vuotiaiden tulisi liikkua vastaavat määrät ja vastaavalla subjektiivisella kuormituksella kuin muidenkin aikuisten. Mikäli ikääntyvät eivät terveydentilansa vuoksi yllä liikuntasuositusten tasolle, niin heidän tulisi kuitenkin välttää inaktiivista elämäntapaa ja liikkua parhaan kykynsä mukaan. Fyysisen aktiivisuuden teho on ikääntyvillä suhteutettava heidän kuntotasoonsa ja terveyteensä sopivaksi, jotta fyysisen aktiivisuuden turvallisuus voidaan varmistaa. Kestävyystyypin fyysisen aktiivisuuden lisäksi ikääntyville suositellaan kohtuu- tai raskas kuormitteista voimaharjoittelua kahdesta kolmeen kertaan viikossa niin, että lihasvoimaharjoittelu kuormittaa suuria lihasryhmiä ja yhtä liikettä toistetaan 8–12 toiston sarjoissa, joita tehdään 1–3. Ikääntyvien tulisi myös harjoittaa tasapainoaan vähintään kolme kertaa viikossa kaatumisten ehkäisemiseksi. Erityisesti ikääntyneiden liikuntaharjoittelussa on tärkeää, että fyysisen aktiivisuuden kuormittavuutta ja fyysiseen aktiivisuuteen käytettyä aikaa lisätään vähitellen. Aikaisemmin inaktiivisilla ikääntyvillä fyysinen aktiivisuus voidaan aloittaa jopa 10 minuutin jaksoissa. (U.S. Department of Health and Human Services 2008b).

Suomalaisen liikunnan käypä hoito -suosituksen (2012) mukaan kestävyystyypinen fyysinen aktiivisuus tulee yli 65-vuotiailla jakaa vähintään viidelle päivälle viikossa. Muutoin Suomen suositus ikääntyvillä noudattelee yleisiä terveystieteiden suosituksia ja yhdysvaltalaisista liikuntasuosituksista ikääntyneille, joskaan tasapainoa kehittävän ja liikkuvuutta lisäävän liikunnan frekvenssiä ei suomalaisessa suosituksessa ole määritelty. (Liikunta: Käypä hoito -suositus, 2012).

Kanadalaisen suosituksen mukaan ikääntyvien (yli 65-vuotiaiden) tulisi harrastaa kestävyystyypistä fyysistä aktiivisuutta 4–7 kertaa viikossa niin, että kohtuukuormitteisen tai raskaan fyysisen aktiivisuuden määrä viikossa on vähintään 2,5 tuntia. Lihaskuntoharjoittelun osalta kanadalainen suositus mukailee yhdysvaltalaista suositusta suosittelemalla vähintään kahta kertaa viikossa suuria lihasryhmiä kuormittavaa lihaskuntoharjoittelua muun fyysisen aktiivisuuden lisäksi. Kanadalaisen suosituksen mukaan ikääntyvien tulisi lisäksi harjoittaa tasapainoaan. (Tremblay ym. 2011).

Yhdysvaltalainen liikuntasuositus vuodelta 2008 suosittelee diabeetikoille vähintään 2,5 tuntia kohtuukuormitteista kestävyystyypistä fyysistä aktiivisuutta viikoittain. Suositusta suuremmilla fyysisen aktiivisuuden määrillä (2,5–5 tuntia viikossa) diabeetikot voivat saada enemmän fyysisen aktiivisuuden mukanaan tuomia terveyshyötyjä. (U.S. Department of Health and Human Services 2008a; U.S. Department of Health and Human Services 2008b).

American College of Sports Medicine (ACSM) ja American Diabetes Association (ADA) (2010) suosittelevat diabeetikoille myös vähintään 2,5 tuntia kohtuukuormitteista fyysistä aktiivisuutta viikossa niin, että fyysistä aktiivisuutta on vähintään 3–5 päivänä viikossa ja liikuntapäivien välissä ei ole enempää kuin korkeintaan kaksi inaktiivista päivää. ACSM:n ja ADA:n suosituksen mukaan korkeampi intensiteetillä fyysisellä aktiivisuudella voidaan saada lisähyötyjä diabeteksen hoidossa. Fyysisen aktiivisuuden tulee suosituksen mukaan kestää vähintään kymmenen minuuttia kerrallaan. ACSM ja ADA suosittelevat diabeteksen liikuntahoitoon liitettäväksi 2–3 kertaa viikossa lihaskuntoharjoittelua. Lihaskuntoharjoittelu tulee suosituksen mukaan tehdä kohtu- tai raskaskuormitteisena (50–80 % 1RM, repetition maximum, yhden toiston maksimi), painottaen harjoittelu suuriin lihasryhmiin. Voimaharjoittelun tulee suosituksen mukaan koostua 5–10 liikkeestä, jotka toistetaan 8–15 kertaa. Yhdistämällä kestävyys- ja voimaharjoittelua samaan harjoitukseen, voidaan mahdollisesti saada tehokkaampi vaste diabeteksen hoitoon. Lihashuolto on suositeltavaa tyypin 2 diabeetikoille, mutta se ei saisi korvata muuta harjoittelua. (Colberg ym. 2010).

Suomalaisen liikunnan käypä hoito -suosituksen mukaan tyypin 2 diabeteksen ilmaantumista voidaan estää päivittäisellä 30 minuutin kestävyystyypillisellä, kohtuukuormittaisella fyysisellä aktiivisuudella. Tyypin 2 diabeteksen hoidoksi suositellaan kohtuukuormitteista kestävyystyypeistä fyysistä aktiivisuutta vähintään viitenä päivänä viikossa 30 minuutin ajan. Liikuntaharjoittelun tehoa diabeteksen hoidossa voidaan mahdollisesti tehostaa, mikäli harjoitusohjelmaan sisältyy kestävyystyypillisen liikunnan lisäksi myös lihasvoimaharjoittelua. (Diabetes ja liikunta: Käypä hoito -suositus 2009; Liikunta: Käypä hoito -suositus 2012). Yhteenvedo liikuntasuosituksista on esitetty taulukossa 2.

TAULUKKO 2. Terveysliikuntasuositukset

Suositus	Liikuntamäärä/vk (kohtuu-/raskastehoinen)	Frekvenssi (krt/vk)	Jaksot (min)	Lihasvoima (krt/vk)	Tasapaino (krt/ vk)
Suosituksset aikuisille					
HHS, 2008	2,5 h/ 1 h 15 min	≥ 3	10	≥ 2	–
BASES (O'Donovan ym. 2010)	2,5 h/ 1 h 15 min	≥ 5	10	≥ 2	–
ACSM (Garber ym. 2011)	2,5 h/ 1 h 15 min	3–5	10	2–3	2–3
CSEP (Tremblay ym. 2011)	yhteensä 2,5 h	4–7	10	≥ 2	–
Liikunta: Käypä hoito -suositus, 2012	2,5 h/ 1 h 15 min	3–5	10	≥ 2	–
Suosituksset ikääntyville					
HHS, 2008	2,5 h/ 1 h 15 min	≥ 3	10	2–3	3
CSEP (Tremblay ym. 2011)	yhteensä 2,5 h	4–7	10	≥ 2	+
Liikunta: Käypä hoito -suositus, 2012	2,5 h/ 1 h 15 min	≥ 5	–	≥ 2	+
Suosituksset diabeetikoille					
HHS, 2008	2,5 h kohtuukuormitteista	–	–	–	–
ACSM ja ADA (Colberg ym. 2010)	2,5 h kohtuukuormitteista	3–5	10	2–3	+
Liikunta: Käypä hoito -suositus, 2012	2,5 h kohtuukuormitteista	5	–	+	–

HHS: U.S. Department of Health and Human Services

CSEP: The Canadian Society for Exercise Physiology

BASES: British Association of Sport and Exercise Science

ACSM: American College of Sports Medicine

ADA: American Diabetes Association

–: ei mainintaa

+: suositeltavaa, mutta tarkempi määrittely puuttuu

2.2.4 Inaktiivisuus

Fyysisellä inaktiivisuudella tarkoitetaan lihasten liian vähäistä käyttöä tai käyttämättömyyttä, joka jatkuessaan aiheuttaa elimistön terveydentilan ja toimintakyvyn laskua (Liikunta: Käypä hoito -suositus 2012). Inaktiivisella ajalla tarkoitetaan aikaa jolloin ei esiinny lainkaan tai esiintyy vain hyvin vähän fyysistä aktiivisuutta (Garber ym. 2011). Sedentary Behaviour Research Network (SBNR) mukaan inaktiivista aikaa on kaikki alle <1,6 MET teholla tapahtuva hereillä oloajan aktiivisuus (Sedentary Behaviour Research Network 2012). Pate ym. (2008) mukaan inaktiivisella ajalla tarkoitetaan 1,0–1,5 MET teholla tapahtuvaa toimintaa (Pate ym. 2008). Inaktiiviseksi ajaksi lasketaan istuen ja maaten tapahtuvat aktiviteetit, kuten TV:n katsominen, muu ruutuaika, kulkuneuvossa istuminen ja lukeminen (Pate ym. 2008; Sedentary Behaviour Research Network 2012).

Inaktiivisuus on WHO:n raportin mukaan neljänneksi suurin ennen aikaisen kuolleisuuden riskitekijä korkean verenpaineen, tupakoinnin ja kohonneiden verensokeriarvojen jälkeen. Fyysisen aktiivisuuden puute on WHO:n raportin mukaan suurempi riski terveydelle kuin ylipaino tai kohonneet kolesteroliarvot. (World Health Organization 2009). Fyysisen aktiivisuuden puute lisää useiden sairauksien, kuten tyypin 2 diabeteksen, sydän- ja verisuonisairauksien, sekä eräiden syöpätyyppien esiintyvyyttä. Fyysisen aktiivisuuden puutteen on laskettu maailman laajuisesti aiheuttavan 9 % ennen aikaisista kuolemista. Inaktiivisuus on tupakointiin ja ylipainoon verrattavissa oleva riskitekijä ennen aikaiselle kuolleisuudelle. (Lee ym. 2012). Fyysisen aktiivisuuden puutteen on havaittu olevan ennen aikaista kuolleisuutta lisäävä tekijä myös ikääntyneillä (de Rezende ym. 2014a).

Maailmanlaajuisesti lähes puolet yli 60-vuotiaista henkilöistä ei täytä terveysliikuntasuosituksia (Hallal ym. 2012). Harvey ym. (2013) julkaistun systemaattisen katsauksen mukaan 67 % ikääntyvistä on objektiivisen mittauksen mukaan yli 8,5 tuntia päivässä inaktiivisia (Harvey ym. 2013). Hallalin ym. raportin mukaan ikääntyvät miehet arvioivat subjektiivisesti käyttävänsä hieman naisia enemmän aikaa istumiseen (Hallal ym. 2012). Terveys 2011 tutkimuksen mukaan noin neljännes 64–74-vuotiaista suomalaisista ei harrasta vapaa-ajan liikuntaa, kun taas 75

vuotta täyttäneiden keskuudessa liikuntaa harrastamattomia on jo lähes puolet. 64–74-vuotiaista naiset ovat hieman miehiä aktiivisempia vapaa-ajan liikunnan harrastamisen suhteen, kun taas yli 75-vuotiailla miehiä suurempi osa naisista ei harrasta vapaa-ajan liikuntaa. Yli 75-vuotiaista naisista liikuntaa harrastamattomia on jo yli puolet. (Mäkinen ym.2011). Francon ym. (2015) systemaattisen katsauksen tärkeimmät syyt ikääntyvien inaktiivisuuteen ovat sosiaalisentuen puute, aiempi liikkumattomuus, muut kilpailevat aktiviteetit, liikuntamahdollisuuksien heikko saatavuus ja alentunut mieliala. Katsauksen mukaan myös kipu ja krooniset sairaudet koettiin usein fyysisen aktiivisuuden esteiksi tai jopa vasta-aiheiksi. (Franco ym. 2015).

Barreira ym. (2015) mittasivat objektiivisesti istumiseen käytettyä aikaa aikuisilla yhdysvaltalaisilla naisilla. Tutkimuksessa havaittiin, että tutkittavat istuivat keskimäärin yhdeksän tuntia vuorokaudessa. Tutkimuksessa jaettiin tutkittavat istumiseen käytetyn ajan mukaan kvartiileihin ja havaittiin, että vähiten istuvat tutkittavat käyttävät istumiseen keskimäärin 4,5 tuntia vähemmän aikaa vuorokaudessa kuin eniten istuva neljännes. Istumiseen käytetty aika vaihteli kuitenkin samallakin tutkittavalla keskimäärin 4,5 tuntia päivässä. (Barreira ym. 2015). Husu ym. (2014) toteavat myös Terveys 2011 tutkimukseen perustuvassa artikkelissaan, että suomalaiset aikuiset viettävät hereillä ollessaan inaktiivista aikaa noin yhdeksän tuntia vuorokaudessa (Husu ym. 2014). Sosiaali- ja terveysministeriön julkaisu ”kansalliset suositukset istumisen vähentämiseksi” toteaa, että istumiseen käytetty aika lisääntyy ikääntyessä ja erityisesti 75 ikävuoden jälkeen. Sosiaali- ja terveysministeriön suositus istumisen vähentämiseksi korostaa arkiaktiivisuuden merkitystä ikääntyvien terveyden ja toimintakyvyn ylläpitäjänä. Tuoreet suositukset myös korostavat, että palveluntuottajien tulisi mahdollistaa myös toimintakyvyltään rajoittuneiden ikääntyvien päivittäinen aktiivisuus. (STM 2015).

Terveysliikuntasuositukset kehottavat yleisesti välttämään inaktiivisuutta mainiten, että vähäinenkin fyysinen aktiivisuus on parempi vaihtoehto kuin inaktiivisuus. Suositukset eivät kuitenkaan esitä tarkkoja aikarajoja fyysisesti inaktiiviselle ajalle. (U.S. Department of Health and Human Services 2008b; O’Donovan ym. 2010; Tremblay ym. 2011; STM 2015). Amerikkalaisen suosituksen mukaan terveyshyötyjä esiintyy jo kun kohtuutehoista liikuntaa on vähintään tunti viikossa (U.S. Department of Health and

Human Services 2008b). ACSM:n julkaisun mukaan erityisesti heikon suorituskyvyn omaavat henkilöt, jotka lähtötasoltaan ovat inaktiiveja voivat parantaa terveyttään ja suorituskyykyään liikuntasuosituksia pienemmillä liikunta-annoksilla, sekä myös intensiteetiltään kevyellä liikunnalla. Inaktiivisuuden välttäminen ja istumisen säännöllinen keskeyttäminen voivat toisaalta lisätä terveyshyötyjä myös liikuntasuositukset täyttävillä henkilöillä. (Garber 2011).

2.3 Fyysisen aktiivisuuden merkitys tyypin 2 diabeteksen ehkäisyssä ja hoidossa

Suurin osa tyypin 2 diabetesta sairastavista henkilöistä liikkuu terveytensä kannalta liian vähän. Säännöllisellä fyysisellä aktiivisuudella voidaan tehokkaasti sekä ehkäistä, että hoitaa tyypin 2 diabetesta ja vähentää tyypin 2 diabeteksen aiheuttamia komplikaatioita jo sairastuneilla henkilöillä. Sekä kestävyystyyppisellä liikunnalla, että voimaharjoittelulla on havaittu positiivisia vaikutuksia verensokeritasapainoon, joskin näyttö tarvittavan voimaharjoittelun tyypistä ja kestosta on vielä puutteellinen. Säännöllisen fyysisen aktiivisuuden on todettu jopa puolittavan riskin sairastua tyypin 2 diabetekseen suuressa sairastumisriskissä olevilla henkilöillä. Oikein toteutettu liikunta on turvallinen hoitomuoto tyypin 2 diabeetikoille. Lääkehoidon ei tulisi korvata terveellistä ravitsemusta ja liikuntaa tyypin 2 diabeteksen hoidossa, vaan tarvittaessa olla lisänä tehostamassa tyypin 2 diabeteksen hoitoa. Sokeritasapainon lisäksi fyysinen aktiivisuus vaikuttaa samanaikaisesti useisiin muihin metabolisiin riskitekijöihin, kuten ylipainoon, veren rasva-arvoihin ja verenpaineeseen vähentäen näin tyypin 2 diabeetikon sairastavuutta. (U.S. Department of Health and Human Services 2008a; Colberg ym. 2010).

Ammattihenkilön ohjauksessa tapahtuvalla liikunnalla on saatu parempia tuloksia tyypin 2 diabeteksen hoidossa ja ehkäisyssä, kuin itsenäisellä liikuntaharjoittelulla. Säännöllinen liikuntaharjoittelu on yhteydessä parempaan koettuun elämänlaatuun ja vähempään masentuneisuuteen tyypin 2 diabeetikoilla. Tulokset kevyen liikunnan, kuten venyttelyn tai joogan, vaikutuksista tyypin 2 diabeteksen hoidossa tai ehkäisyssä ovat ristiriitaisia. Osa tutkimuksista on raportoinut kevyen liikunnan positiivisista vaikutuksista verensokeritasapainoon, mutta kaikissa tutkimuksissa yhteyttä ei ole havaittu. (Colberg ym. 2010).

Tyypin 2 diabeetikolla insuliinin vaikutus lihassoluissa, rasvasoluissa ja maksassa on heikentynyt, eikä glukoosin käyttö ja varastoituminen näin ollen tapahdu levossa normaalisti. Liikunnalla on positiivisia vaikutuksia verensokeritasapainoon sekä itsenäisellä, että insuliinista riippuvaisella mekanismilla. Fyysisen aktiivisuuden aikana glukoosia voidaan käyttää ilman insuliinin vaikutusta lihaskudoksessa lihassupistusten vuoksi, joten fyysisen aktiivisuuden aikana myös tyypin 2 diabeetikko voi käyttää veren glukoosia energianlähteenä riippumatta insuliiniresistenssistä. Kohtuukuormitteisen kestävyystyyppisen fyysisen aktiivisuuden on todettu tehostavan insuliinin signalointia lihassolussa. Fyysinen aktiivisuus tehostaa glukoosin sisäänottoa verenkierrasta lihassoluun työskentelevissä lihaksissa suhteessa liikunnan intensiteettiin. Rasittavan liikunnan aikana hiilihydraatit ovat pääasiallinen energianlähde ja näin ollen liikunnan intensiteetin kasvaessa, myös glukoosin sisäänotto lihassoluun kasvaa. (Colberg ym. 2010).

Holtenin ym. (2004) tutkimuksessa tutkittiin lihaskudoksen sokeriaineenvaihduntaa voimaharjoittelun seurauksena. Tutkimuksen mukaan insuliinin signalointi lihassolussa tehostui voimaharjoittelun seurauksena riippumatta lihasmassan kasvusta. Voimaharjoittelu muun muassa lisäsi glukoosinkuljettajaproteiini 4:n (GLUT 4) pitoisuutta ja tehosti näin glukoosin sisäänottoa lihakseen voimaharjoittelun aikana. Muutos oli selkeämpi tyypin 2 diabetesta sairastavilla tutkittavilla verrattuna terveisiin tutkittaviin. (Holten ym. 2004). Glukoosinkuljettajaproteiini 4:n heikentynyt toiminta estää glukoosin sisäänottoa lihassoluun tyypin 2 diabeetikoilla. (Goodyear ja Kahn 1998; Colberg ym. 2010).

Suomalaisessa diabeteksen ehkäisy tutkimuksessa (Finnish Diabetes Prevention Study) tutkittiin tehostetun elämäntapaohjauksen, kuten liikunta- ja ravitsemusneuvonnan vaikutusta riskiin sairastua tyypin 2 diabetekseen henkilöillä, joilla oli todettu heikentynyt sokerinsieto sokerirasituskokeessa. Elämäntapaohjausta saavaan ryhmään satunnaistettuja henkilöitä kehoitettiin lisäämään sekä kestävyys, että voimaharjoittelua. Seurannan aikana henkilöillä, jotka olivat satunnaistettuna elämäntapaohjausta saavaan ryhmään, tyypin 2 diabeteksen ilmaantuminen väheni miehillä 63 % ja naisilla 54 % verrattuna kontrolliryhmään. (Tuomilehto ym. 2001).

Kujala ym. (2013) yhdistivät tutkimuksessaan kolmen suomalaisen väestötutkimuksen, sekä kaksostutkimusten dataa ja tutkivat elämäntavaltaan inaktiivisten ja aktiivisten henkilöiden eroja seerumin metabolomiikassa. Tutkimuksessa havaittiin, että glukoositasot olivat alhaisemmat aktiivisilla henkilöillä kuin inaktiivisilla tutkittavilla. Glukoositasot säilyivät tilastollisesti merkitsevästi alhaisempina aktiivisilla henkilöillä verrattuna inaktiivisiin myös sen jälkeen kun painoindeksin vaikutus verensokeripitoisuuteen vakioitiin. (Kujala ym. 2013).

Fogelholmin (2009) systemaattisen katsauksen mukaan fyysinen aktiivisuus tai hyvä aerobinen suorituskyky eivät kuitenkaan täysin riitä kompensoimaan ylipainon aiheuttamaa riskiä sairastua tyypin 2 diabetekseen. Katsauksen mukaan inaktiivinen normaali painoinen henkilö on pienemmässä riskissä sairastua tyypin 2 diabetekseen kuin fyysisesti aktiivinen ylipainoinen henkilö. (Fogelholm 2009).

2.3.1 Kestävyystyypin fyysisen aktiivisuuden merkitys tyypin 2 diabeteksen ehkäisyssä ja hoidossa

Hansenin ym. (2009) tutkimuksessa tarkasteltiin puolen vuoden ajan fyysisen aktiivisuuden intensiteetin vaikutusta ylipainoisten tyypin 2 diabetesta sairastavien miesten sokerinsietoon ja pitkäaikaiseen sokeritasapainoon, sekä muihin metabolisiin riskitekijöihin. Tutkimuksessa havaittiin, että kevyt kuormitteisella kestävyystyypisellä fyysisellä aktiivisuudella voidaan vaikuttaa tyypin 2 diabetesta sairastavien miesten pitkäaikaiseen sokeritasapainoon yhtä tehokkaasti kuin raskas kuormitteisella fyysisellä aktiivisuudella, mikäli fyysisen aktiivisuuden energiankulutus on yhtä suuri. Paastosokeripitoisuudessa, paastoinsuliinipitoisuudessa, insuliiniherkkyydessä tai sokerinsiedossa ei sen sijaan kyseisessä tutkimuksessa havaittu merkittävää muutosta kuuden kuukauden aikana riippumatta fyysisen aktiivisuuden intensiteetistä. (Hansen ym. 2009).

Suomalaisesta diabetestutkimuksesta (Finnish Diabetes Prevention Study) julkaistu artikkeli (Laaksonen ym. 2005) osoittaa, että liikunnan kokonaismäärä on keskeisin tekijä tyypin 2 diabeteksen ehkäisyssä pre-diabeetikoilla, mutta kohtuukuormitteisella tai korkea intensiteettisellä liikunnalla voidaan ehkäistä 2 tyypin diabeteksen

ilmaantumista tehokkaammin kuin kevyellä liikunnalla. Liikunta vähentää tutkimuksen mukaan 2 tyypin diabeteksen ilmaantuvuutta myös ilman muutoksia painossa, kehonkoostumuksessa tai ravitsemuksessa. (Laaksonen ym. 2005). Williamsin ja Thompsonin (2013) artikkelin mukaan kävelyllä ja juoksemisella voidaan vähentää tyypin 2 diabeteksen ilmaantuvuutta yhtä paljon energiankulutuksen ollessa yhtä suurta, eikä liikunnan intensiteetillä ollut tällöin merkitystä diabeteksen ilmaantuvuuteen (Williams ja Thompson 2013).

Herzig työryhmineen (2014) toteutti 12 viikon satunnaistetun kontrolloidun kevyt kuormitteisen kävelyharjoittelun ohjelman keski-ikäisillä suomalaisilla, joilla oli todettu poikkeava tulos oraalisessa sokerirasituskokeessa. Kävelyryhmään satunnaistetut tutkittavat kävelivät kolmena päivänä viikossa kevyellä kuormituksella yhteensä 120–150 minuuttia viikon aikana ohjatusti. Lisäksi sekä interventio-, että kontrolliryhmän aktiivisuutta seurattiin objektiivisesti kiihtyvyysanturilla. Interventioryhmän paastosokeripitoisuus ja kahden tunnin sokeripitoisuus oraalisessa sokerirasituskokeessa laskivat tilastollisesti merkitsevästi liikuntaintervention aikana. Interventioryhmässä myös paastoinsuliini ja kahden tunnin insuliinipitoisuus, sekä insuliiniresistenssi (HOMA-IR) vähenivät tilastollisesti merkitsevästi. Vastaavia tilastollisesti merkitseviä muutoksia ei havaittu kontrolliryhmän sokeri- ja insuliinipitoisuuksissa. Tutkittavien paino laski tutkimuksen aikana tilastollisesti merkitsevästi molemmilla ryhmillä. Liikunnan positiivinen vaikutus terveystilanteeseen säilyi, vaikka ikä, sukupuoli ja painonlasku huomioitiin tuloksia analysoitaessa. (Herzig ym. 2014).

Perinteisen kestävyysharjoittelun lisäksi tutkimuksissa on saatu näyttöä, että jo varsin lyhyt kestoisella korkealla intensiteetillä fyysisellä aktiivisuudella voi olla merkitystä tyypin 2 diabetes riskin kannalta. Metcalfen ym. (2012) tutkimuksessa fyysisesti inaktiiviset nuoret miehet ja naiset satunnaistettiin joko kontrolliryhmään tai erittäin lyhytkestoiseen intervalliharjoitteluryhmään. Liikuntaryhmään satunnaistetut tutkittavat harjoittelivat kolme kertaa viikossa kuuden viikon ajan niin, että harjoituksen kokonaiskesto lämmittelyineen ja palautumisineen oli ainoastaan kymmenen minuuttia, intervallijaksojen koostuessa kahdesta 10–20 sekunnin jaksosta, jotka suoritettiin maksimaalisella teholla. Liikuntaryhmään satunnaistetuilla miehillä insuliiniherkkyyks

parani 28 % kuuden viikon tutkimusjakson aikana, kun taas naisilla ei havaittu tilastollisesti merkittävää muutosta. (Metcalf ym. 2012).

2.3.2 Voimaharjoittelun merkitys tyypin 2 diabeteksen ehkäisyssä ja hoidossa

Yhdysvaltalaisen liikuntasuosituksen mukaan lihasvoimaharjoittelun edut ovat selvemmin nähtävissä diabeteksen hoidossa kuin ehkäisyssä (U.S. Department of Health and Human Services 2008a). Gordon ym. (2009) julkaisivat systemaattisen katsauksen lihasvoimaharjoittelusta tyypin 2 diabeetikoilla. Katsauksen mukaan tyypin 2 diabetesta sairastavien henkilöiden pitkäaikainen sokeritasapaino (B-HbA1c) laski voimaharjoittelun seurauksena kaikista eniten huonoimmassa hoitotasapainossa olevilla diabeetikoilla. Katsauksen mukaan pitkäaikaiseen sokeritasapainoon saatiin kliinisesti merkittävä lasku, kun lihasvoimaharjoittelu oli kohtuukuormitteista tai raskasta ja liikuntaintervention kesto vähintään kymmenen viikkoa. Lihasvoimaharjoittelun vaikutus paastosokeripitoisuuteen ei ollut katsauksen mukaan selkeä. Katsauksen mukaan on epäselvää, kuinka usein lihasvoimaharjoittelua tulisi optimaalisesti suorittaa, jotta lihasvoimaharjoittelun akuutti positiivinen vaikutus insuliiniresistenssiin säilyisi. Lihasvoimaharjoittelu vaikutti sokeritasapainon kohentumisen lisäksi positiivisesti tyypin 2 diabetesta sairastavien henkilöiden kehonkoostumukseen ja lihasvoimaan, sekä oli turvallista toteuttaa. Lihasvoimaharjoitteluun sitoutuminen voi olla parempaa kuin kestävyystyypin harjoitteluun sitoutuminen tyypin 2 diabeetikolla. (Gordon ym. 2009). Colbergin ym. (2010) julkaistun katsauksen mukaan heikentyneestä paastosokerista kärsivillä henkilöillä (IFG) lihasvoimaharjoittelun on todettu vähentävän paastosokeripitoisuutta ainakin vuorokauden ajan harjoituksen päättymisen jälkeen (Colberg ym. 2010).

Yhdysvaltalaisen (Williams ym.2007) lihasvoimaharjoittelua koskevan suosituksen mukaan sekä kestävyysliikunta, että voimaharjoittelu tehostavat insuliinin vaikutusta, parantavat insuliiniherkkyyttä ja laskevat veren insuliinitasoa niin terveillä, kuin tyypin 2 diabetesta sairastavilla henkilöilläkin. Lihasvoimaharjoittelun vaikutus sokerinsietoon ja glykemiseen kontrolliin ei ole katsauksen mukaan kiistaton henkilöillä joiden sokerinsieto on normaali. (Williams ym. 2007). Gordon ym. (2013) tutkivat lihasvoimaharjoittelun vaikutusta insuliiniherkkyyteen tyypin 2 diabeetikoilla.

Tutkimuksessa ei havaittu insuliiniherkkyyden parantuvan kohtuu- tai raskaskuormitteisen lihasvoimaharjoittelun jälkeisen kolmen vuorokauden seurannan aikana. (Gordon ym. 2013).

Sigal ym. (2007) tutkivat kestävyystyyppisen liikunnan, voimaharjoittelun tai molempien yhdistämisen vaikutusta tyypin 2 diabeetikoiden pitkäaikaiseen sokeritasapainoon (B-HbA1c). Tutkittavat satunnaistettiin neljään ryhmään, joita olivat kestävyysliikunta, voimaharjoittelu, kestävyys- ja voimaharjoittelu -ryhmät, sekä kontrolliryhmä. Tutkittavia seurattiin puolen vuoden ajan. Tutkimuksen mukaan, sekä kestävyys-, että voimaharjoittelu pienensivät pitkäaikaista sokeritasapainoa, mutta yhdistämällä kestävyys- ja voimaharjoittelu toisiinsa muutos pitkäaikaisessa sokeritasapainossa oli suurempi. Fyysisen aktiivisuuden lisäämisellä saavutettiin parhaat tulokset tutkittavilla, joilla pitkäaikainen sokeritasapaino oli lähtötilanteessa kaikista korkein. Tutkittavat, joilla pitkäaikainen sokeritasapaino oli lähtötilanteessa suhteellisen matala, pitkäaikainen sokeritasapaino laski vain tutkittavilla, jotka oli satunnaistettu harjoittelemaan sekä kestävyys-, että voimaharjoittelua. (Sigal ym. 2007).

Chudyk ym. (2011) tuovat meta-analyysissään esiin, että tyypin 2 diabetesta sairastavilla henkilöillä tarvitaan kestävyys- ja voimaharjoittelua yhdistettynä lihaskuntoharjoitteluun, jotta kardiovaskulaarisiin riskitekijöihin voidaan vaikuttaa. Meta-analyysin mukaan pelkkä voimaharjoittelu ei itsenäisesti vähentänyt tyypin 2 diabetesta sairastavien henkilöiden sydän- ja verisuonisairauksien riskitekijöitä. (Chudyk ym. 2011).

2.3.3 Objektiivisesti mitatun fyysisen aktiivisuuden suhde verensokerimuuttujiin

Healy ym. (2007) tutkivat Australialaisessa väestötutkimuksessa objektiivisesti mitatun fyysisen aktiivisuuden määrän ja intensiteetin suhdetta sokerinsietoon sokerirasituskokeessa. Tutkimuksessa havaittiin, että jo kevyen fyysisen aktiivisuuden määrän lisääntyminen johtaa tilastollisesti merkitsevästi parempaa sokerinsietoon sokerirasituskokeessa riippumatta kuormittavamman fyysisen aktiivisuuden määrästä. Tutkimuksessa havaittiin myös kohtuukuormitteisen ja raskaan liikunnan määrän korreloivan sokerinsietoon kanssa niin, että liikuntamäärän lisääntyessä sokerinsieto

sokerirasituskokeessa parani tilastollisesti merkitsevästi. Sekä kevyen, että vähintään kohtuukuormitteisen fyysisen aktiivisuuden ja sokerirasituskokeessa havaitun paremman sokerinsiedon välinen yhteys säilyi tilastollisesti merkitsevä, vaikka taustamuuttujien, kuten vyötärön ympäryksen, sukupuolen, sukurasitteen, tupakoinnin ja alkoholinkäytön vaikutus verensokeripitoisuuteen vakioitiin. Tutkimuksessa ei sen sijaan havaittu yhteyttä objektiivisesti mitatun fyysisen aktiivisuuden määrän ja paastosokeripitoisuuden välillä. (Healy ym. 2007).

Suurella amerikkalaisessa väestötutkimuksessa (NHANES, The National health and nutrition examination survey) verrattiin subjektiivisesti ja objektiivisesti mitatun fyysisen aktiivisuuden suhdetta metabolisiin riskitekijöihin aikuisilla miehillä ja naisilla. Tutkimuksessa todettiin kiihtyvyyssanturilla objektiivisesti mitatun fyysisen aktiivisuuden määrän olevan selkeämmin yhteydessä terveysmuuttujiin, kuin subjektiivisesti arvioidun fyysisen aktiivisuuden. Tutkimuksen mukaan subjektiivisesti arvioitu fyysinen aktiivisuus ei ollut tilastollisesti merkitsevästi yhteydessä plasman glukoosi- ja insuliinipitoisuuteen tai pitkäaikaiseen sokeritasapainoon, mutta objektiivisesti mitattu fyysinen aktiivisuus korreloi voimakkaasti sekä plasman sokeri- ja insuliinipitoisuuden, että pitkäaikaisen sokeritasapainon kanssa taustamuuttujien, kuten painoindeksin, iän, sukupuolen ja terveydentilan vakioimisen jälkeen. (Atienza ym. 2011).

Celis-Morales työryhmineen (2012) vertasi objektiivisesti kiihtyvyyssanturilla mitatun fyysisen aktiivisuuden ja subjektiivisesti kyselylomakkeella (IPAQ, International Physical Activity Questionnaire) arvioidun fyysisen aktiivisuuden suhdetta paastoinsuliini ja -sokeri pitoisuuksiin, sekä insuliiniresistenssin esiintymiseen (HOMA-IR) 18–73-vuotiailla miehillä ja naisilla. Tutkimuksen mukaan tutkittavat aliarvioivat inaktiivista aikaa ja yliarvioivat sekä kohtuukuormitteisen, että raskaan aktiivisuuden määrää ja kokonaisaktiivisuusaikaa. Tutkimuksessa havaittiin, että objektiivisesti mitattu inaktiivinen aika on selkeämmin yhteydessä insuliiniresistenssin esiintymiseen kuin subjektiivisesti arvioitu istumisaika. Tutkimuksen mukaan sekä subjektiivisesti, että objektiivisesti mitattu suurempi fyysisen aktiivisuuden kokonaismäärä oli yhteydessä vähäisempään insuliiniresistenssiin. Tutkimuksessa kuitenkin havaittiin, että objektiivisesti mitatun fyysisen aktiivisuuden kokonaismäärän yhteys

insuliiniresistenssin vähäisempään esiintymiseen oli voimakkaampi kuin subjektiivisesti arvioitun fyysisen aktiivisuuden. (Celis-Morales ym. 2012).

2.3.4 Inaktiivisuuden merkitys tyypin 2 diabeteksen riskitekijänä

Lee ym. (2012) ovat artikkelissaan arvioineet, että fyysisen aktiivisuuden puute aiheuttaa 7 % tyypin 2 diabetes tapauksista maailmanlaajuisesti. Suomessa inaktiivisuus aiheuttaa artikkelin mukaan 7–8 % tyypin 2 diabetes tapauksista. Artikkelin mukaan 35 % tyypin 2 diabetesta sairastavista henkilöistä on inaktiiveja. (Lee ym 2012).

De Rezendesin ym. (2014b) julkaiseman inaktiivisuuden terveysvaikutuksia selvittävän systemaattisen kirjallisuuskatsauksen mukaan inaktiivisuus on aikuisilla itsenäinen riskitekijä tyypin 2 diabetekselle. Inaktiivisuuden vaikutus tyypin 2 diabetes riskiä nostavana tekijänä säilyi, vaikka fyysisen aktiivisuuden määrä otettiin huomioon. (de Rezenden ym. 2014b). Saman tutkimusryhmän (2014a) julkaiseman inaktiivisuuden vaikutuksia ikääntyvillä selvittävän systemaattisen kirjallisuuskatsauksen mukaan inaktiivisen ajan ja tyypin 2 diabeteksen yhteys ei ollut yhtä selkeä ikääntyvillä kuin nuoremmilla aikuisilla, mutta osassa tutkimuksista havaittiin yhteys inaktiivisen ajan ja kohonneiden sokeriarvojen välillä myös ikääntyneillä. (de Rezenden ym. 2014a). Huomattavaa kuitenkin on, että tutkimuksissa ei ole voitu esittää alarajaa, milloin fyysinen aktiivisuus vähentää tyypin 2 diabeteksen riskiä, joten inaktiivisuuden välttäminen ja pienikin fyysinen aktiivisuus on eduksi sokeriaineenvaihdunnan kannalta (U.S. Department of Health and Human Services 2008a; U.S. Department of Health and Human Services 2008b).

Healyn ym. (2007) objektiiviseen fyysisen aktiivisuuden mittaukseen perustuvan väestötutkimuksen mukaan inaktiivisen ajan ja sokerirasituskokeessa mitatun sokerinsiedon (P-gluk 2h) välillä havaittiin tilastollisesti merkitsevä positiivinen korrelaatio eli inaktiivisen ajan lisääntyessä sokerinsieto sokerirasituskokeessa huononi, vaikka sekoittavat tekijät, kuten vyötärön ympärys, sukurasite, tupakointi ja alkoholin käyttö vakioitiin. Paastosokeripitoisuuden ja inaktiivisuuden määrän välillä oli tilastollisesti merkitsevä korrelaatio ainoastaan, mikäli sekoittavia tekijöitä ei vakioitu. (Healy ym. 2007).

Rödgerin ym. (2012) tutkimuksen mukaan miesten, jotka subjektiivisesti arvioidun liikunta-aktiivisuuden mukaan luokiteltiin inaktiiveiksi, riski heikentyneeseen paastosokeripitoisuuteen oli yli kaksinkertainen verrattuna säännöllisesti vähintään kohtuukuormitteista liikuntaa harrastaviin tutkittaviin. Naisilla vastaava riski oli lähes 2,5-kertainen. Inaktiivisten henkilöiden riski ylipainoon oli Rödgerin ym. tutkimuksen mukaan miehillä noin myös noin kaksinkertainen ja naisilla noin 2,5-kertainen. Tutkimuksen mukaan riski suurentuneeseen vyötärön ympärykseen oli vielä tätäkin suurempi, ollen miehillä yli 3,5-kertainen ja naisilla lähes kolminkertainen. (Rödger ym. 2012).

3 TUTKIMUKSEN TAVOITE

Pro gradu -tutkielman tavoitteena on selvittää subjektiivisesti ja objektiivisesti mitatun fyysisen aktiivisuuden välistä korrelaatiota, sekä subjektiivisesti ja objektiivisesti mitatun fyysisen aktiivisuuden määrän ja intensiteetin välisiä yhteyksiä sokerirasituskokeessa havaittuun sokerinsietoon. Tutkimusongelmat ovat seuraavat:

1. Miten subjektiivisesti arvioitu ja objektiivisesti mitattu fyysisen aktiivisuuden kokonaiskesto ja intensiteetti korreloivat keskenään?
2. Miten subjektiivisesti ja objektiivisesti mitattu fyysisen aktiivisuuden määrä ja intensiteetti korreloivat sokerirasituskokeessa mitatun sokerinsiedon kanssa?
3. Miten subjektiivisesti ja objektiivisesti mitattu inaktiivinen aika on yhteydessä sokerirasituskokeessa mitattuun sokerinsietoon?

4 AINEISTO JA MENETELMÄT

Pro gradu -tutkielman otos koostuu vuosina 2013–2014 Oulu- 45 Hyvinvointi ja Terveys seurantatutkimukseen osallistuneista henkilöstä. Tutkimuksen osallistui kaiken kaikkiaan yli 700 henkilöä vuosina 2013–2015, joista osa-aineisto (N=242) analysoidaan pro gradu -tutkielmassa. Oulu- 45 Hyvinvointi ja Terveys -tutkimus on seurantatutkimus, minkä ensimmäinen osa toteutettiin vuosina 2001–2003. Oulu- 45 Hyvinvointi ja Terveys seurantatutkimuksen tavoitteena on selvittää vuonna 1945 syntyneiden ja 2000-luvun alussa Oulun seudulla asuneiden henkilöiden yleistä terveyttä, elintapoja, elinolosuhteita, sekä sokeriaineenvaihdunnanhäiriöiden, diabeteksen ja valtimoahtaumataudin esiintyvyyttä.

Tutkittavat ovat tutkimushetkellä 67–69-vuotiaita miehiä ja naisia. Mukaan seurantatutkimukseen on kutsuttu tutkittavat, jotka ovat osallistuneet tutkimukseen myös ensimmäisellä tutkimuskerralla 2000-luvun alussa. Pro gradu -tutkielman otokseen on otettu mukaan tutkittavat, jotka ovat käyneet tutkimuskäynneillä ennen juhannusta 2014. Tutkimuskäynneillä ennen juhannusta 2014 on käynyt 306 tutkittavaa, joista suostumuksensa tietojensa käyttöön tutkimustarkoituksessa on antanut 294 tutkittavaa. Heistä pro gradu -tutkielmassa käsiteltävään otokseen on valittu tutkittavat, joilla Polar Active mittaus on suoritettu onnistuneesti. Pro gradu -tutkielman lopullinen otoskoko on N=242, mikä on 79 % juhannukseen 2014 mennessä tutkituista tutkimushenkilöistä. Tutkittavat on kutsuttu tutkimukseen aakkosjärjestyksessä, joten poimintatapa ei vääristä tutkimustuloksia.

4.1 Tutkimuksen toteutus

Oulu- 45 Hyvinvointi ja Terveys seurantatutkimukselle on saatu puoltava tutkimuslupa Pohjois-Pohjanmaan sairaanhoitopiirin alueelliselta eettiseltä toimikunnalta (lupanumero: EETTMK 12/2013). Tutkimukseen osallistuminen on ollut vapaaehtoista ja tutkittavilla on ollut oikeus keskeyttää tutkimus missä vaiheessa tutkimusta tahansa ilman erillistä syytä. Tutkittavat ovat allekirjoittaneet kirjallisen suostumuksen tutkimukseen osallistumisesta ja tutkimustulosten käytöstä tutkimustarkoitukseen. Tutkimushoitaja on käynyt tutkittavien kanssa ensimmäisellä tutkimuskäynnillä lävitse

suostumuslomakkeiden sisällön ja kertonut tutkittaville heidän oikeudestaan tutkimuksen keskeyttämiseen. Tutkimuksessa kerättävät tiedot käsitellään luottamuksellisesti ja yksittäisen tutkittavan tiedot eivät erotu tutkimustuloksia julkaistaessa, vaan tiedot käsitellään ID -numeron avulla. Tutkittavat ovat käyneet tutkimuksen aikana yhteensä kolmella tutkimuskäynnillä Oulun yliopiston lääketieteellisen tiedekunnan Terveystieteidenlaitoksella ja Oulun Diakonissalaitoksen Liikuntalääketieteellisellä klinikalla.

Objektiivisesti mitatun fyysisen aktiivisuuden määrää ja intensiteettiä selvitettiin kiihtyvyyssanturiin perustuvalla mittausmenetelmällä. Ensimmäisellä tutkimuskäynnillä tutkittavia ohjattiin käyttämään Polar Active aktiivisuusmittaria (Polar Electro, Kempele, Suomi) ei-dominoivan käden ranteessa kahden viikon ajan toiseen tutkimuskäyntiin saakka. Mittari oli lukittu niin, että tutkittavat eivät voineet vaikuttaa sen keräämään dataan. Tutkittaville kerrottiin mittarin olevan kello ja heitä kehoitettiin jatkamaan normaalia elämää kello kädessä kahden viikon ajan yötä päivää. Mittari ohjeistettiin ottamaan pois ainoastaan saunomisen ajaksi. Aktiivisuusmittauksen aikana tutkittavat täyttivät päiväkirjaa, johon he kirjasivat nukahtamisajan, heräämisajan, päiväunet, sekä ajan, jonka kello on ollut pois ranteesta. Tutkittaville annettiin suullinen palaute mittarin keräämistä tiedosta toisella tutkimuskäynnillä. Lisäksi tutkimushoitajat kirjasivat ylös, mikäli mittauksen aikana oli ollut jotain poikkeavaa (esimerkiksi tutkittava oli ollut sairaana tai mittari ei ollut mitannut).

Subjektiiivisesti arvioitua liikunta-aktiivisuutta selvitettiin kahdella kysymyksellä. Ensimmäisessä kysymyksessä tutkittavilta kysyttiin kuinka usein he harrastivat vähintään 0,5 tuntia kestäväää liikuntaa (kuten kävelyä, hölkkää, uintia, pyöräilyä, hiihtoa) vapaa-aikanaan? Vastausvaihtoehdot olivat: en koskaan, harvemmin kuin kerran kuukaudessa, 1–2 kertaa kuukaudessa, noin kerran viikossa, useamman kerran viikossa (2–3 kertaa viikossa) ja suunnilleen joka päivä (5–7 kertaa viikossa). Toisessa kysymyksessä tutkittavilta kysyttiin kuinka paljon he olivat liikkeessä päivittäin (esim. kauppareissut, kävely- ja pyörälenkit, kotona puuhastelu, pihatyöt, liikuntaharrastukset jne.)? Vastausvaihtoehdot olivat alle 1 tunnin päivässä, 1–2 tuntia päivässä ja yli 2 tuntia päivässä. Tutkittavia pyydettiin myös arvioimaan istumisaikaansa eri toiminnoissa keskimäärin arkipäivinä. Istuminen oli jaettu kuuteen eri luokkaan, jotka

olivat: toimistossa tai vastaavassa, kotona lehtiä tai kirjoja lukien, kotona televisiota tai videoita katsellen, kotona tietokoneen ääressä, kulkuneuvossa ja muualla. Vastaus kysymykseen ilmoitettiin tunteina ja minuutteina.

Sokeriaineenvaihdunnan tilaa selvitettiin oraalisen sokerirasituskokeen avulla (Pt-Gluk-R). Tutkittavat olivat olleet ravinnotta ennen ensimmäistä tutkimuskäyntiä, jolloin heille tehtiin sokerirasituskoe. Tutkittavia ohjeistettiin ottamaan aamulääkkeet pienen vesimäärän kera lukuun ottamatta diabeteslääkkeitä. Verensokeri (P-gluk0) ja insuliinipitoisuus, sekä pitkäaikainen sokeritasapaino (B-HbA1c) mitattiin paastoverestä. Tämän jälkeen tutkittavat joivat 75 grammaa glukoosia veteen sekoitettuna. Plasman verensokeriarvot ja seerumin insuliinipitoisuus on mitattu suoninäytteestä 30 minuuttia, 60 minuuttia ja 120 minuuttia (P-gluk 2h) sokeriliuoksen nauttimisen jälkeen. Tutkittaville, joilla oli aiemmin todettu diabetes, ei suoritettu sokerirasituskoe. Sokerirasituskoe ei myöskään suoritettu tutkittaville, joiden paastoverensokeriarvo ylitti pikamittarilla mitattuna lukeman 8,0 mmol/l. Tässä pro gradu -tutkielmassa analysoidaan sokerirasituskokeessa mitattuja paastosokeriarvoja, kahden tunnin sokeriarvoja ja pitkäaikaissokeriarvoja. Insuliiniarvoja ei käsitellä tässä tutkielmassa, koska näytteet olivat analysoimatta tulosten analysointi hetkellä. Myöskään 30 minuutin ja 60 minuutin glukoosiarvoja ei tuloksissa raportoida.

Tutkittaville suoritettiin ensimmäisellä tutkimuskäynnillä kehonkoostumuksen mittausta (Inbody720, Biospace, Seoul, Korea). Kehonkoostumuksen mittausta ei suoritettu tutkittaville, joilla oli sydämentahdistin. Tutkittavat olivat ravinnotta mittausta edeltävän yön yli. Tutkittavia ohjeistettiin tyhjentämään virtsarakko ennen mittauksen suorittamista. Tutkittavat saivat palautteen kehonkoostumusmittauksen tuloksista toisella tutkimuskäynnillä. Ensimmäisellä tutkimuskäynnillä tutkimushoitaja mittasi lisäksi muun muassa tutkittavien painon, pituuden, vyötärön ympäryksen ja lantion ympäryksen. Vyötärön ympäryys mitattiin alimman kylkiluun ja suoliluun korkeimman kohdan puolestavälistä.

Kahdella ensimmäisellä tutkimuskäynnillä tutkittavat täyttivät kyselylomakkeita, missä selvitettiin muun muassa tutkittavien terveydentilaa, perussairauksia, elämäntapoja ja

liikuntatottumuksia. Lisäksi tutkittaville suoritettiin tutkimuskäynneillä muita mittauksia, joiden tuloksia ei käsitellä tässä tutkielmassa.

4.2 Analyysi ja tulosten käsittely

Tässä tutkimuksessa verrataan Polar Active -aktiivisuusmittarin mittaamaa objektiivisesti mitatun fyysisen aktiivisuuden määrää ja intensiteettiä (MET-arvot), sekä inaktiivisen ajan määrää kyselylomakkeella itse ilmoitettuun subjektiivisesti arvioituun fyysisen aktiivisuuden määrään ja intensiteettiin, sekä subjektiivisesti arvioitua istumisen määrään. Subjektiivisesti arvioitua fyysisen aktiivisuuden määrää ja intensiteettiä, sekä objektiivisesti mitattua fyysisen aktiivisuuden määrää ja intensiteettiä verrataan lisäksi sokerirasituskokeen tuloksiin.

Tulokset on analysoitu käyttäen SPSS-ohjelmistoa (IBM SPSS Statistics 19). SPSS:n on kerätty tietoa Polar Activen mittaamasta datasta, kyselylomakkeilta (perussairaudet, subjektiivisesti arvioitu fyysinen aktiivisuus ja istumiseen käytetty aika), Inbody720 kehonkoostumusmittauksesta, glukoosi- mittauksista, sekä tutkimushoitajien mittaamista kehonkoostumukseen liittyvistä mittaustuloksista. Tutkimuksen päämuuttujia ovat objektiivisesti mitattu fyysisen aktiivisuuden intensiteetti MET-arvoina, objektiivisesti mitattu fyysiseen aktiivisuuteen käytetty aika intensiteettiluokittain, sekä subjektiivisesti arvioitu fyysisen aktiivisuuden määrä ja intensiteetti, sekä sokerirasituskokeessa mitatut glukoosiarvot. Toissijaisia muuttujia ovat tutkittavan sukupuoli, perussairaudet, pituus, paino, painoindeksi, ja vyötärön ympärysmitta. Tilastollisen merkitsevyyden raja-arvona on tässä tutkimuksessa käytetty arvoa $p < 0,05$.

Kehonkoostumuksen analysoinnissa on käytetty sekä tutkimushoitajien mittaamia arvoja, että Inbody720 bioimpedanssi laitteen mittaamia arvoja. Tutkimushoitajat ovat mitanneet tutkittavien painon ja vyötärön ympäryksen. Painoindeksin tulokset on saatu Inbody720 mittauksesta. Tutkittavat on jaettu neljään luokkaan painoindeksin osalta ($< 25 \text{ kg/m}^2$; $25,0\text{--}29,9 \text{ kg/m}^2$; $30,0\text{--}34,9 \text{ kg/m}^2$ ja $\geq 35,0 \text{ kg/m}^2$) ja kolmeen luokkaan vyötärön ympäryksen osalta (miehet: < 94 / $94\text{--}101$ / $> 102 \text{ cm}$; naiset: < 80 / $80\text{--}87$ / $> 88 \text{ cm}$). Painoindeksi on ilmoitettu tutkittavilta, joille Inbody kehonkoostumuksen mittaus

on suoritettu. Painoindeksitieto puuttuu yhdeltä naiselta. Painoindeksin eroa sukupuolten välillä on tarkasteltu käyttämällä khiin neliön testiä.

Mukaan aineiston kuvailuun on valittu perussairaudet, jotka vaikuttavat fyysisen aktiivisuuden toteutumiseen. Fyysisen aktiivisuuteen vaikuttavissa perussairauksissa on yhdistetty useita sairauksia viiteen eri luokkaan tutkivien itse ilmoittamien, lääkärin diagnosoimien, perussairauksien mukaan. Sydän- ja verenkiertoelimistön sairauksiin on luokiteltu verenpainetauti, sepelvaltimotauti, sydämen vajaatoiminta ja katkokävely. Keuhkosairauksiin on mukaan luettu astma ja keuhkolaajentuma. Tuki- ja liikuntaelimistön sairauksiin on otettu mukaan tutkittavien ilmoituksen perusteella selkäsairaudet, nivelreuma ja muut nivelsairaudet. Silmäsairaudet luokassa on glaukooma, harmaakaihi, silmäsairaudet tai vammat ja muut silmäsairaudet. Mielenterveyden häiriöistä mukana tarkastelussa on masennus, ahdistushäiriö ja muut mielenterveysongelmat. Perussairauksien esiintymistä sukupuolten välillä on selvitetty käyttämällä khiin neliön testiä.

Polar Active -mittauksista mukaan analyysiin on otettu ensimmäisen viikon aktiivisuudeksi seitsemän ensimmäistä onnistunutta mittausvuorokautta (N=242). Onnistuneen mittausvuorokauden kriteerinä on pidetty vähintään neljän tunnin kevyen aktiivisuuden toteutumista, milloin mittausvuorokauden kestoksi on muodostunut noin 24 tuntia sisältäen uniajan. Toisella tutkimusviikolla analyysiin on otettu mukaan tutkittavat, joilla on ensimmäisten seitsemän mittausvuorokauden jälkeen ollut vielä vähintään viisi onnistunutta mittausvuorokautta (n=186). Loput tutkittavista eivät olleet pitäneet aktiivisuusmittaria ohjeiden mukaan tai mittauksessa on esiintynyt muita häiriöitä. Polar Active -aktiivisuusmittarin keräämä raakadata (MET-arvot) on analysoitu niin R-kielellä (ohjelmointikieli) niin, että mukaan on otettu vähintään kymmenen minuutin kestoiset fyysisen aktiivisuuden jaksot, minkä aikana liikunnan intensiteetti saa pudota korkeintaan kerran alle intensiteettiluokan alarajan. Polar Activen raakadatan analysoinnin jälkeen data on siirretty Excel-tiedostosta SPSS:n. Objektiivisesti mitatun fyysisen aktiivisuuden ja sokeriarvojen välistä korrelaatiota, on tarkasteltu laskemalla keskiarvo viikon 1 ja 2 aktiivisuusajoista ja mukaan tarkasteluun on otettu tutkittavat, joilla molemmilla mittausviikoilla on hyväksyttävä määrä mittausvuorokausia (≥ 5 vrk) (n=186).

Objektiivisesti mitattu fyysinen aktiivisuus on tässä tutkimuksessa jaettu viiteen luokkaan, joita ovat inaktiivinen aika ($<1,6$ MET), kevyt fyysinen aktiivisuus ($1,6-3,1$ MET), kohtuukuormitteinen fyysinen aktiivisuus ($3,2-4,7$ MET), korkea intensiteettinen fyysinen aktiivisuus ($4,8-6,7$ MET), sekä erittäin korkea intensiteettinen fyysinen aktiivisuus ($\geq 6,8$ MET). Intensiteettiluokkien raja-arvot on määritelty käyttäen hyväksi American College of Sports Medicine julkaisemia intensiteettiluokkien raja-arvoja yli 65-vuotiailla. (Garber ym. 2011). Tulosten raportoinnissa intensiteettiluokkia on yhdistetty niin, että tutkittaville on laskettu kokonaisaktiivisuus aika sisältäen kaiken vähintään $3,2$ MET teholla tapahtuvan fyysisen aktiivisuuden, sekä raskaan fyysisen aktiivisuuden raportoinnissa on yhdistetty luokat raskas ja erittäin raskas fyysinen aktiivisuus sisältäen kaiken vähintään $4,8$ MET teholla tapahtuvan aktiivisuuden. Inaktiivinen aika ja kevyt fyysinen aktiivisuus on käsitelty tunteina ja kohtuukuormitteinen, raskas ja erittäin raskas fyysinen aktiivisuus minuutteina vuorokaudessa. Inaktiivinen aika sisältää tässä tutkimuksessa unen, koska päiväkirjatiedot uniajan erottamiseksi eivät olleet vielä käytettävissä tuloksia raportoitaessa.

Naiset ja miehet on erotettu eri ryhmiksi tutkimustulosten käsittelyssä. Objektiivisen fyysisen aktiivisuuden mittauksen ryhmäkohtaiset tunnusluvut on raportoitu käyttäen mediaania ja minimi ja maksimi -arvoja, johtuen kohtuukuormitteisen aktiivisuuden ja raskaan aktiivisuuden erittäin vinosta jakaumasta. Tarkasteltaessa objektiivisesti mitatun fyysisen aktiivisuuden jakaumaa naisten ja miesten välinen tilastollinen ero on analysoitu käyttäen Mann Whitneyyn testiä. Objektiivisesti mitatun fyysisen aktiivisuuden ja painoindeksin välistä korrelaatiota tarkasteltiin käyttäen Spearmanin korrelaatiota.

Tutkittavat on jaettu liikuntasuosituksen toteutumista tarkasteltaessa objektiivisen mittauksen osalta kolmeen luokkaan vähintään kohtuukuormitteisen ($\geq 3,2$ MET) fyysisen aktiivisuuden määrän mukaan. Luokat ovat ei lainkaan vähintään kohtuukuormitteista fyysistä aktiivisuutta, alle 500 MET-minuuttia viikossa vähintään kohtuukuormitteista fyysistä aktiivisuutta ja yli 500 MET-minuuttia viikossa vähintään kohtuukuormitteista fyysistä aktiivisuutta. Objektiivisen mittauksen mukaan liikuntasuositukset täyttäväksi on määritelty yhdysvaltalaisista liikuntasuositusta

mukaillen (U.S. Department of Health and Human Services 2008) tutkittavat, joilla objektiivisesti mitattua vähintään kohtuukuormitteista fyysistä aktiivisuutta on yli 500 MET-minuuttia viikossa. Sukupuolten välisten erojen tilastollinen vertailu MET-minuuttien suhteen on suoritettu käyttäen Mann-Whitneyn U-testiä.

Pitkäaikaisen sokeritasapainon (n=238) tulokset on analysoitu kaikilta vapaaehtoisilta tutkittavilta. Sokerirasituskoe on suoritettu tutkittaville, joilla ei ollut aiemmin todettua diabetesta, eikä heidän paastoverensokeri pitoisuutensa ei ylittänyt arvoa 8 mmol/l pikamittarilla mitattuna (n=213). Sokeriaineenvaihdunnan häiriöiden yleisyyttä selvitettiin ryhmittelemällä mitatut verensokeriarvot käypä hoito -suosituksen mukaisesti. Tyypin 2 diabetes on tässä tutkimuksessa määritelty esiintyvän henkilöillä joilla paastosokeripitoisuus (P-gluk 0) ylittää plasmasta mitattuna arvon 7,0 mmol/l, kahden tunnin verensokeriarvo sokerirasituskokeessa (P-gluk 2h) ylittää arvon 11,0 mmol/l tai pitkäaikainen sokeritasapaino (B-HbA1c) on suurempi kuin 48 mmol/mol koko verestä mitattuna. Heikentynyt paastosokeri (IFG) on todettu tutkittavilla, joilla paastosokeripitoisuus on plasmasta mitattuna välillä 6,1–6,9 mmol/l. Heikentynyt sokerinsieto (IGT) on todettu tutkittavilla, joiden kahden tunnin sokeriarvo sokerirasituskokeessa plasmasta mitattuna on välillä 7,8–11,0 mmol/l. (Diabetes: Käypä hoito -suositus 2013).

Naisten ja miesten välistä tilastollista eroa verensokeriarvoissa testattiin käyttämällä kahden riippumattoman otoksen t-testiä. Objektiivisesti mitatun kevyen fyysisen aktiivisuuden ja inaktiivisen ajan, sekä sokeriarvojen välistä korrelaatiota tutkittiin käyttämällä Pearsonin korrelaatiokerrointa. Objektiivisesti mitatun fyysisen aktiivisuuden kokonaismäärän, sekä raskaan fyysisen aktiivisuuden ja sokerirasituskokeessa havaitun sokerinsiedon välistä korrelaatiota tutkittiin käyttämällä Spearmanin korrelaatiokerrointa, johtuen fyysisen aktiivisuuden kokonaismäärän ja raskaan fyysisen aktiivisuuden määrän vinosta jakaumasta.

Tutkittavat on jaettu kolmeen luokkaan subjektiivisesti arvioidun harrastetun liikuntamäärän mukaan. Subjektiivisesti arvioidun harrastetun liikunnan määrää, sekä subjektiivisesti arvioidun harrastetun liikunnan määrää ja verensokeriarvojen välistä yhteyttä analysoitaessa harrastetun liikunnan määrässä on yhdistetty luokat: en koskaan,

harvemmin kuin kerran kuukaudessa, 1–2 kertaa kuukaudessa ja noin kerran viikossa. Luokka useamman kerran viikossa (2–3 kertaa viikossa) on muutettu muotoon 2–4 kertaa viikossa. Subjektiiivisen mittauksen perusteella liikuntasuositukset täyttäviksi on määritelty henkilöt, jotka ilmoittavat harrastavansa liikuntaa 5–7 kertaa viikossa. 2–4 kertaa viikossa liikkuvat on määritelty terveytensä kannalta liian vähän liikkuviksi ja korkeintaan kerran viikossa liikuntaa harrastavat on määritelty inaktiiveiksi. Subjektiiivisesti arvioidun istumisen osalta tulosten analysoinnissa on yhdistetty luokka toimistossa tai vastaavassa istuminen muuhun istumiseen. Subjektiiivisesti arvioidun fyysisen aktiivisuuden määrän välisiä eroja sukupuolten välillä on testattu käyttämällä Khiin neliön -testiä. Subjektiiivisesti arvioidun fyysisen aktiivisuuden ja sokeriarvojen välistä korrelaatiota on selvitetty käyttämällä yksisuuntaista varianssianalyysia. Subjektiiivisesti arvioidun harrastetun liikunnan määrän ja objektiivisesti mitatun fyysisen aktiivisuuden määrän välistä korrelaatiota on selvitetty yksisuuntaisen varianssianalyysin avulla, kuten myös subjektiiivisesti arvioidun harrastetun liikunnan määrän ja painoindeksin välistä yhteyttä. Subjektiiivisesti arvioidun istumisajan ja sokeriarvojen välistä korrelaatiota on selvitetty käyttäen Spearmanin korrelaatiokerrointa.

Tulosten analysoinnissa jätettiin analyysista pois subjektiiivisesti arvioidun istumisajan osalta kaksi tutkittavaa, koska heidän ilmoittamansa istumisajat vuorokaudessa eivät olleet realistisia. Poisjätettyjen tutkittavien istumisajat olivat yhteensä 4500 minuuttia (75 tuntia) ja yhteensä 1320 minuuttia (22 tuntia) vuorokaudessa. Subjektiiivisesti arvioidun istumisajan osalta miesten ja naisten välistä eroa testattiin käyttämällä Mann-Whitneyn U-testiä.

5 TULOKSET

5.1 Aineiston kuvailu

Pro gradu -tutkielman lopullinen otoskoko on $N=242$. Tutkittavista miehiä on 101 (41,7 %) ja naisia 141 (58,3 %). Tutkittavien kehonkoostumus ja fyysiseen aktiivisuuteen yhteydessä olevat perussairaudet on esitetty sukupuolittain taulukossa 3. Miehet ja naiset eivät eroa toisistaan painoindeksin osalta tilastollisesti merkitsevästi ($p=0,055$) (khiin neliön testi). Fyysiseen aktiivisuuteen vaikuttavien perussairauksien osalta miehet ja naiset eivät myöskään poikkea toisistaan tilastollisesti merkitsevästi (khiin neliön testi) yhdenkään sairausryhmän osalta (sydän- ja verenkiertoelimistön sairaudet $p=1,000$; keuhkosairaudet $p=0,415$; tuki- ja liikuntaelinsairaudet $p=0,091$; silmäsairaudet $p=0,894$; mielenterveyden ongelmat $p=0,260$).

TAULUKKO 3. Miesten ja naisten kehonkoostumus, sekä fyysiseen aktiivisuuteen yhteydessä olevat perussairaudet.

	Miehet n=101 (%)	Naiset n=141 (%)	Yhteensä n=242 (%)
Painoindeksi (kg/m²)			
<25,0	25 (25)	46 (33)	71 (30)
25,0–29,9	56 (55)	54 (39)	110 (46)
30,0–34,9	14 (14)	23 (16)	37 (15)
≥35,0	6 (6)	17 (12)	23 (10)
Yhteensä	101 (100)	140 (99)	241 (100)
Vyötärön ympärys (cm miehet/ naiset)			
Suosittelava (<94/ <80)	37 (37)	33 (23)	70 (29)
Lievästi kohonnut (94–101/ 80–87)	27 (27)	25 (18)	52 (21)
Huomattavasti kohonnut (>102/ >88)	37 (37)	83 (59)	120 (50)
Yhteensä	101 (100)	141 (100)	242 (100)
Perussairaudet			
Sydän ja verenkiertoelimistön sairaudet	31 (31)	44 (31)	75 (31)
Keuhkosairaudet	17 (17)	30 (21)	47 (19)
Tuki- ja liikuntaelimistön sairaudet	18(18)	39 (28)	57 (24)
Silmäsairaudet	37 (37)	53 (38)	90 (37)
Mielenterveydenongelmat	17 (17)	33 (23)	50 (21)
Yhteensä	101 (100)	141 (100)	242 (100)

5.2 Subjektiiivisesti ja objektiivisesti mitattu fyysinen aktiivisuus

Subjektiiivisesti arvioitua fyysistä aktiivisuutta selvitettiin kysymällä tutkittavilta, kuinka usein he harrastavat vähintään puoli tuntia kestäväää vapaa-ajan liikuntaa ja kuinka paljon he ovat liikkeessä päivittäin. Kysymysten tulokset on esitetty taulukossa 4. Miesten ja naisten välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa vapaa-ajan liikuntaharrastusten määrässä ($p=0,184$) (Khiin neliö -testi), eikä päivittäisessä liikkeelläolon määrässä ($p=0,249$). Yksi mies ja neljä naista eivät vastanneet kysymykseen, koskien vapaa-ajan liikunnan harrastamista. Yksi mies ja kolme naista olivat jättäneet vastaamatta päivittäistä liikkeelläoloa selvittävään kysymykseen. Subjektiiiviseen arvioon perustuen liikuntasuosituksia täytti 38 % ($n=92$) tutkittavista, liian vähän terveytensä kannalta liikkui 38 % ($n=93$) tutkittavista ja inaktiiveja oli 21 % ($n=52$) tutkittavista.

TAULUKKO 4. Vapaa-ajan liikuntaharrastusten ja päivittäisen liikkeelläolon määrä subjektiiivisesti arvioituna.

	Mies n=101 (%)	Nainen n=141 (%)	Yhteensä n=242 (%)
Harrastettu liikunta			
≤ 1 krt/vk	26 (26)	26 (18)	52 (21)
2-4 krt/vk	37 (37)	56 (40)	93 (38)
5-7 krt/vk	37 (37)	55 (39)	92 (38)
Yhteensä	100 (99)	137 (97)	237 (98)
Päivittäinen liikkeelläolo			
Alle tunti	17 (17)	13 (9)	30 (12)
1-2 h/ päivä	47 (47)	63 (45)	110 (45)
Yli 2 h/ päivä	36 (36)	62 (44)	98 (40)
Yhteensä	100 (99)	138 (98)	238 (98)

Tutkittavat arvioivat subjektiivisesti istumisaikaansa vuorokauden aikana eri aktiviteettien parissa arkipäivisin. Tulokset subjektiivisesti arvioidusta istumisajasta on esitetty taulukossa 5. Miesten ja naisten istumiseen käyttämä aika poikkesi tilastollisesti merkitsevästi tietokoneella istumisen ($p=0,026$), kulkuneuvossa istumisen ($p<0,001$) ja muun istumisen ($p=0,003$) osalta. Toimistossa istuminen on yhdistetty luokkaan muu istuminen. Lisäksi naisten ja miesten välillä oli tilastollisesti merkitsevä ero istumiseen käytetyssä kokonaisajassa ($p<0,001$).

TAULUKKO 5. Subjektiivisesti arvioitu istuminen eri toiminnoissa arkipäivisin.

Toiminta	Mies	min–	Nainen	min–	Yhteensä	min–
	Md (min)	max	Md (min)	max	Md (min)	max
		(min)		(min)		(min)
Lukeminen	<i>n=91(90 %)</i> 90	0–330	<i>n=132(94%)</i> 120	0–480	<i>n=223(92%)</i> 120	0–480
TV:n katselu	<i>n=96(95%)</i> 180	0–420	<i>n=129(91%)</i> 180	0–540	<i>n=225(93%)</i> 180	0–540
Tietokone	<i>n=73(72%)</i> 60	0–600	<i>n=90(64%)</i> 30*	0–240	<i>n=163(67%)</i> 60	0–600
Kulkuneuvo	<i>n=68(67%)</i> 30	0–240	<i>n=58(41%)</i> 0**	1–122	<i>n=126(52%)</i> 20	0–240
Muu istuminen	<i>n=41(41%)</i> 0	0–780	<i>n=36(26%)</i> 0*	0–900	<i>n=77(32%)</i> 0	0–900
Yhteensä	<i>n=101(100%)</i> 420	135– 1020	<i>n=141(100%)</i> 360**	60– 840	<i>n=242(100%)</i> 360	60– 1020

n (%): Tutkittavien määrä, jotka ovat ilmoittaneet istuvansa kyseenomaisen aktiviteetin parissa

*Naisten ja miesten välillä tilastollisesti merkitsevä ero ($p<0,05$). Mann Whitney U-testi.

** Naisten ja miesten välillä tilastollisesti merkitsevä ero ($p<0,001$). Mann Whitney U-testi.

Tutkittavien objektiivisesti mitatun inaktiivisen ajan ($<1,6$ MET), kevyen aktiivisuuden ajan ($1,6–3,1$ MET), kokonaisaktiivisuusajan ($\geq 3,2$ MET) ja raskaan aktiivisuusajan ($\geq 4,8$ MET) jakaumat on esitetty sukupuolittain taulukossa 6. Sukupuolten välillä ei

havaittu tilastollisesti merkitsevää eroa inaktiivisen ajan määrässä ($p=0,194$), kevyen aktiivisuuden määrässä ($p=0,446$), fyysisen aktiivisuuden kokonaismäärässä ($p=0,375$), eikä raskaan aktiivisuuden määrässä ($p=0,591$) (Mann Whitney U-testi).

TAULUKKO 6. Objektiivisesti mitatun fyysisen aktiivisuuden jakautuminen sukupuolittain.

Intensiteetti	Miehet		Naiset		Yhteensä	
	Md	min-max	Md	min-max	Md	min-max
Inaktiivinen aika <1,6 MET (h/vrk)						
Viikko1	15,0	7,5-18,7	15,8	8,3-18,8	15,5	7,5-18,8
Viikko 2	15,1	7,5-19,2	15,7	8,6-18,4	15,5	7,5-19,2
Ka viikko 1 ja 2	15,2	7,5-18,6	15,8	8,5-18,4	15,5	7,5-18,6
Kevyt 1,6–3,1 MET (h/vrk)						
Viikko1	7,5	4,6-11,6	7,3	3,7-11,2	7,3	3,7-11,6
Viikko 2	7,6	4,2-11,5	7,2	4,8-10,6	7,3	4,2-11,5
Ka viikko 1 ja 2	7,5	4,6-11,6	7,2	4,6-10,4	7,3	4,6-11,6
Kohtuukuormitteinen $\geq 3,2$ MET (min/vrk)						
Viikko 1	6,1	0,0-81,5	7,9	0,0-110,5	7,5	0,0-110,5
Viikko 2	9,4	0,0-80,1	10,2	0,0-128,4	9,9	0,0-128,4
Ka viikko 1 ja 2	10,6	0,0-73,0	11,9	0,0-119,5	11,0	0,0-119,5
Raskas $\geq 4,8$ MET (min/vrk)						
Viikko 1	2,3	0,0-72,4	3,6	0,0-103,4	3,2	0,0-103,4
Viikko 2	4,8	0,0-62,3	5,6	0,0-118,8	5,3	0,0-118,8
Ka viikko 1 ja 2	5,1	0,0-58,4	7,0	0,0-111,1	6,0	0,0-111,1

MET: metabolic equivalent

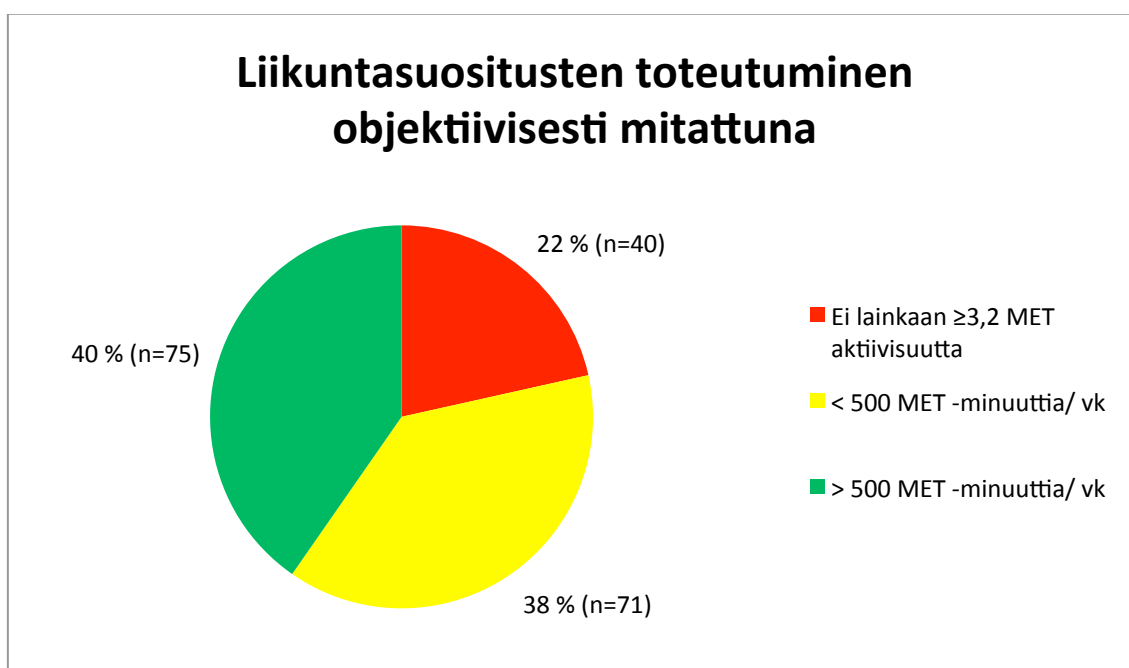
Viikko 1: 7 mittausvuorokautta, N=242

Viikko 2: ≥ 5 mittausvuorokautta, n=186

Ka viikko 1 ja 2: Keskiarvo viikon 1 ja 2 mittaustuloksista, n=186 (miehiä n=80, naisia n=106)

MET-minuutteina tarkasteltuna keskimäärin kahden viikon aikana molempien sukupuolten mediaani aktiivisuus vähintään kohtuukuormitteisella teholla ($\geq 3,2$ MET) on 366 MET-minuuttia viikossa (min 0; max 4414 MET-minuuttia). Miehillä mediaani on 330 MET-minuuttia (min 0; max 2900) ja naisilla 398 MET-minuuttia (min 0; max 4414). Sukupuolten välillä ei esiinny tilastollisesti merkitsevää eroa ($p=0,523$) (Mann-Whitneyn U-testi).

MET-minuuteiksi muutettuna liikuntasuosituksen >500 MET-minuuttia viikossa vähintään kohtuukuormitteista fyysistä aktiivisuutta täyttää 40 % tutkittavista ($n=75$). Miehillä vähintään kohtuukuormitteisella teholla tapahtuva fyysisen aktiivisuuden energiankulutus ylitti 500 MET-minuuttia 39 %:lla tutkittavista ($n=31$) ja naisilla 42 %:lla ($n=44$) tutkittavista. Tutkittavista 22 % ($n=40$) ei liikkunut lainkaan vähintään kohtuukuormitteisella teholla tarkasteltaessa kahden viikon keskiarvoa. Miehistä 25 % ($n=20$) ja naisista 19 % ($n=20$) ei liikkunut yhtään yli 3,2 MET teholla kahden viikon keskiarvoa tarkasteltaessa. Alle 500 MET-minuutin liikuntasuosituksen jäi 38 % ($n=71$) tutkittavista. Miehistä 500 MET-minuutin suosituksen alitti 36 % ($n=29$) ja naisista 40 % ($n=42$) tutkittavista (Kuvio 1).

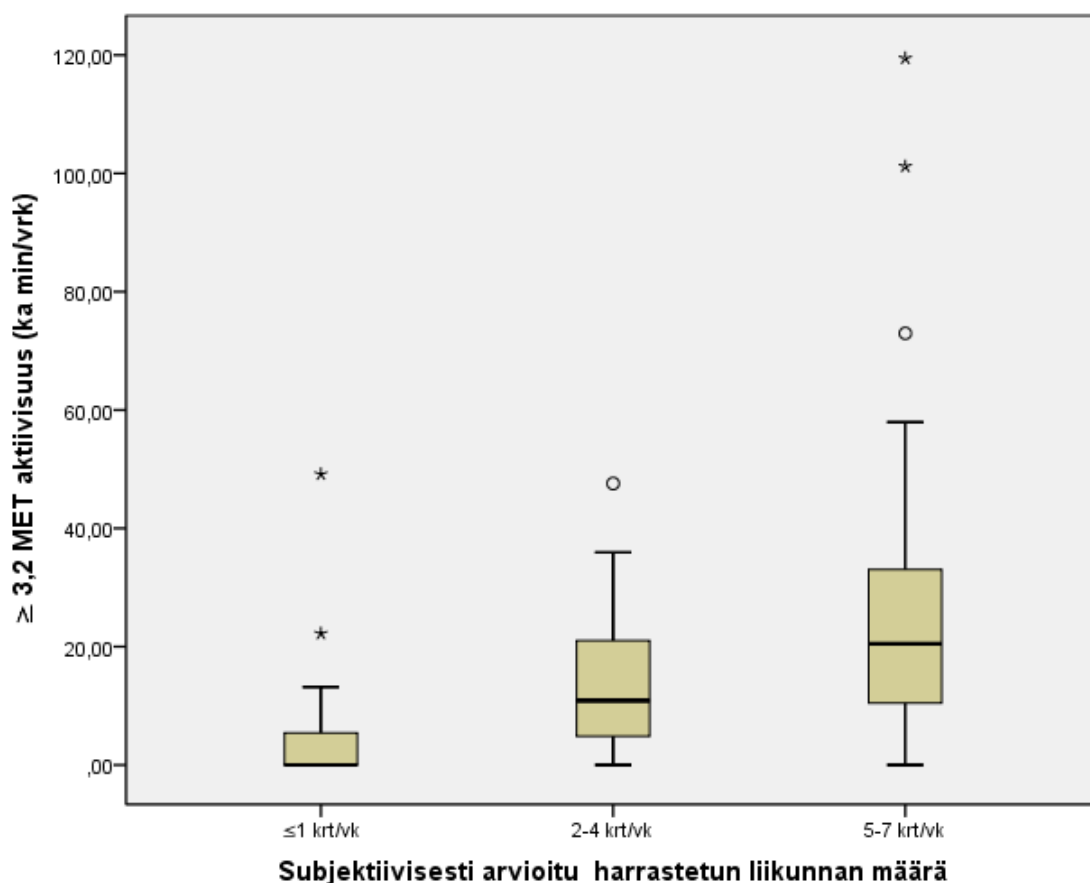


Kuvio 1. Liikuntasuosituksen toteutuminen MET-minuutteina tarkasteltaessa molempia sukupuolia yhdessä.

MET: metabolic equivalent

5.3 Subjektiiivisesti ja objektiivisesti mitatun fyysisen aktiivisuuden määrän ja intensiteetin välinen yhteys

Subjektiiivisesti arvioitua harrastetun liikunnan määrää verrattiin objektiivisesti mitatun fyysisen aktiivisuuden kokonaismäärään ($\geq 3,2$ MET). Yksisuuntaisella varianssianalyysillä saadun tuloksen mukaan inaktiivisista (≤ 1 kertaa viikossa liikkuvat), 2–4 kertaa viikossa liikkuvista ja 5–7 kertaa viikossa liikkuvista ainakin yksi ryhmä poikkeaa tilastollisesti merkitsevästi muista ryhmistä objektiivisesti mitatun fyysisen aktiivisuuden kokonaismäärän suhteen ($p < 0,001$). Jatkotarkastelussa (Tukey post hoc -testi) saadun tuloksen mukaan kaikki kolme ryhmää eroavat toisistaan tilastollisesti merkitsevästi objektiivisesti mitatun fyysisen aktiivisuuden määrän suhteen. Objektiivisesti mitatun fyysisen aktiivisuuden määrän mukaan itsensä inaktiiviksi arvioivat liikkuvat objektiivisesti mitattuna vähemmän kuin tutkittavat, jotka ilmoittavat liikkuvansa 2–4 kertaa viikossa ($p = 0,015$) tai 5–7 kertaa viikossa ($p < 0,001$). Subjektiiivisesti arvioituna 5–7 kertaa viikossa liikkuvat ovat myös objektiivisen mittauksen mukaan fyysisesti aktiivisempia kuin 2–4 kertaa viikossa liikkuvat ($p < 0,001$) (kuvio 2).



Kuvio 2. Subjektiiivisesti arvioidun harrastetun liikuntamäärän ja vähintään kohtuukuormitteisen ($\geq 3,2$ MET) objektiivisesti mitatun fyysisen aktiivisuuden määrän välinen riippuvuus.

◦ poikkeava arvo

* voimakkaasti poikkeava arvo

Yksisuuntaisella varianssianalyysillä tarkasteltuna subjektiivisesti arvioidun liikuntamäärän mukaan inaktiiveista, 2–4 kertaa viikossa liikkuvista ja 5–7 kertaa viikossa liikkuvista ainakin yksi ryhmä eroaa muista ryhmistä tilastollisesti merkitsevästi myös painoindeksin suhteen ($p < 0,001$). Jatkotarkastelussa (Tukey post hoc -testi) havaitaan, että inaktiivit ja 2–4 kertaa viikossa liikkuvat eivät eroa toisistaan tilastollisesti merkitsevästi painoindeksin suhteen ($p = 0,965$). Inaktiivit sen sijaan eroavat tilastollisesti merkitsevästi painoindeksiltään, kun heitä verrattiin 5–7 kertaa viikossa liikkuviin ($p < 0,001$) niin, että inaktiivien painoindeksi on suurempi kuin 5–7 kertaa viikossa liikkuvien. Myös 2–4 kertaa viikossa liikkuvat ja 5–7 kertaa viikossa liikkuvat eroavat toisistaan tilastollisesti merkitsevästi painoindeksin suhteen ($p < 0,001$), vähemmän liikkuvien painoindeksin ollessa suurempi. Objektiivisesti mitatun fyysisen

aktiivisuuden kokonaismäärän ($\geq 3,2$ MET) ja painoindeksin välillä havaittiin negatiivinen lineaarinen korrelaatio ($\rho = -0,370$; $p < 0,001$) (Spearmanin korrelaatio).

Subjektiiivisesti arvioidun liikkeelläolon määrän (alle 1 h/vrk, 1–2 h/vrk, yli 2 h/vrk) ja objektiivisesti mitatun fyysisen aktiivisuuden kokonaisajan, sisältäen myös kevyen fyysisen aktiivisuuden määrän ($\geq 1,6$ MET), välistä yhteyttä tarkasteltiin käyttäen yksisuuntaista varianssianalyysia. Varianssianalyysin perusteella todetaan, että yksikään ryhmistä ei poikkea toisistaan tilastollisesti merkitsevästi ($p = 0,502$).

Tutkittavien subjektiiivisesti arvioitu istumisaika (istuminen yhteensä) ei korreloi tilastollisesti merkitsevästi objektiivisesti mitatun inaktiivisen ajan kanssa ($\rho = 0,077$; $p = 0,326$) (Spearmanin korrelaatio).

5.4 Subjektiiivisesti mitatun fyysisen aktiivisuuden määrän ja intensiteetin, sekä verensokeriarvojen välinen korrelaatio

Tutkittavien sokerirasituskokeen ja pitkäaikaisen sokeritasapainon tulokset ja jakaumat on esitetty taulukossa 7 ja 8, niiden tutkittavien osalta, joille sokerirasituskoe on suoritettu ($n = 213$). Naisten ja miesten välillä ei esiinny tilastollisesti merkitsevää eroa sokerirasituskokeessa havaittujen sokeriaineenvaihdunnan häiriöiden yleisyydessä khiin neliön testillä tarkasteltuna ($p = 0,747$) (taulukko 7). Naisten ja miesten välillä on tilastollisesti merkitsevä ero plasman paastoverensokerin pitoisuudessa ($p = 0,02$) (taulukko 8). Aiemmin todettu diabetes on 28 tutkittavalla (12 % kaikista tutkittavista), joista 14 (10 % naisista) on naisia ja 14 (14 % miehistä) miehiä. Mukaan lukien aiemmin todetut ja uudet diabetesdiagnoosit, diabetesta sairastaa 15 % tutkittavista (13 % naisista ja 18 % miehistä).

TAULUKKO 7. Sokeriaineenvaihdunnan häiriöiden esiintyminen sokerirasituskokeessa miehillä ja naisilla.

Tulos	Mies n=88 (%)	Nainen n=125 (%)	Yhteensä n=213 (%)
OGTT normaali	48 (55)	79 (63)	127 (60)
IGT	22 (25)	27 (22)	49 (23)
Diabetes	4 (5)	5 (4)	9 (4)
IFG	14 (16)	14 (11)	28 (13)
OGTT normaali: sokerirasituskokeen tulos normaali			
IGT: heikentynyt sokerinsietosokerirasituskokeessa			
Diabetes: diabetes arvot sokerirasituskokeessa			
IFG: heikentynyt paastosokeri			

TAULUKKO 8. Miesten ja naisten verensokeriarvot.

Mitattu suure	Mies			Nainen		
	ka (SD)	min	max	ka (SD)	min	max
P-gluk 0 (mmol/l)	5,8 (0,5)	4,7	6,8	5,6* (0,6)	4,2	7,3
P-gluk 2h (mmol/l)	6,9 (2,1)	3,4	13,2	6,8 (2,0)	3,3	13,9
B-HbA1c (mmol/mol)	23,6 (2,6)	18,0	31,7	23,5 (2,4)	14,2	33,3
P-gluk 0: plasman paastosokeripitoisuus						
P-gluk 2h: plasman kahden tunnin sokeripitoisuus sokerirasituskokeessa						
B-HbA1c: pitkäaikainen verensokeritasapaino						
*Naisten ja miesten välillä tilastollisesti merkitsevä ero ($p<0,05$). Kahden riippumattoman otoksen t-testi.						

Subjektiiivisesti arvioidun harrastetun liikunnan määrässä ryhmien välillä ei esiintynyt tilastollisesti merkitsevää eroa verensokeriarvoissa varianssianalyysillä tarkasteltuna (taulukko 9). Subjektiiivisesti arvioidun liikkeelläolon määrän mukaiset ryhmät eivät myöskään poikenneet tilastollisesti merkitsevästi toisistaan verensokeriarvojen osalta yksisuuntaisella varianssianalyysillä tarkasteltuna (taulukko 9). Subjektiiivisesti arvioitu

istumisaika (istuminen yhteensä) korreloi tilastollisesti merkitsevästi paastosokeripitoisuuden ($\rho=0,171$; $p=0,018$) ja pitkäaikaisen sokeritasapainon kanssa ($\rho=0,144$; $p=0,036$), mutta ei sokerinsiedon kanssa ($\rho=0,084$; $p=0,246$) (Spearmanin korrelaatio).

TAULUKKO 9. Subjektiiivisesti arvioidun fyysisen aktiivisuuden määrän yhteys verensokeriarvoihin.

Liikunnan määrä	P-gluk 0 ka (SD)	P-gluk 2h ka (SD)	B-HbA1c ka (SD)
Harrastettu liikunta			
≤ 1 krt/vk (n=43)	5,7 (0,6)	6,9 (2,4)	24,2 (2,4)
2–4 krt/vk (n=86)	5,7 (0,5)	7,0 (2,0)	23,5 (2,3)
5–7 krt/vk (n=81)	5,6 (0,5)	6,5 (1,9)	23,2 (2,6)
p-arvo	0,256	0,291	0,054
Liikkeelläolo			
≤ 1 h/ vrk (n=24)	5,8 (0,7)	7,7 (2,6)	23,8 (3,1)
1–2 h/ vrk (n=96)	5,7 (0,5)	6,8 (2,1)	23,5 (2,5)
≥ 2 h/vrk (n=90)	5,7 (0,6)	6,6 (1,8)	23,4 (2,2)
p-arvo	0,649	0,066	0,798
p-gluk 0: plasman paastosokeripitoisuus			
p-gluk 2h: plasman kahden tunnin sokeripitoisuus sokerirasituskokeessa			
b-HbA1c: pitkäaikainen verensokeritasapaino			
p-arvo: Yksisuuntainen varianssianalyysi.			

5.5 Objektiiivisesti mitatun fyysisen aktiivisuuden määrän ja intensiteetin, sekä verensokeriarvojen välinen korrelaatio

Tarkasteltaessa molempia sukupuolia yhdessä inaktiivisen ajan ($<1,6$ MET) ja kahden tunnin sokeriarvon välillä esiintyi tilastollisesti merkitsevä positiivinen lineaarinen korrelaatio ($p=0,002$) (Pearsonin korrelaatio) (kuvio 3). Inaktiivisen ajan kokonaismäärän ja paastosokeripitoisuuden välillä ei esiintynyt tilastollisesti merkitsevää yhteyttä (kuvio 3), kuten ei myöskään inaktiivisen ajan määrän ja

pitkäaikaisen sokeritasapainon välillä molempia sukupuolia tarkasteltaessa (kuvio 3). Ainoastaan miehiä tarkasteltaessa positiivinen lineaarinen korrelaatio inaktiivisen ajan kokonaismäärän ja kahden tunnin sokeriarvon välillä säilyi tilastollisesti merkitsevä (p=0,009). Naisilla inaktiivisen ajan kokonaismäärän ja sokeriarvojen välillä ei esiintynyt tilastollisesti merkitsevää korrelaatiota (taulukko 10).

Molempia sukupuolia yhdessä tarkasteltaessa kevyen fyysisen aktiivisuuden määrän (1,6–3,1 MET) ja kahden tunnin sokeriarvon välillä havaittiin tilastollisesti merkitsevä negatiivinen lineaarinen korrelaatio (p=0,009) (Pearsonin korrelaatio) (kuvio 3). Kevyen fyysisen aktiivisuuden ja plasman paastosokeripitoisuuden välillä ei havaittu tilastollisesti merkitsevää korrelaatiota, kun miehiä ja naisia tarkasteltiin yhdessä (kuvio 3). Tarkasteltaessa kevyen fyysisen aktiivisuuden määrän ja pitkäaikaisen sokeritasapainon välistä yhteyttä ei myöskään havaittu tilastollisesti merkitsevää korrelaatiota molempia sukupuolia tarkasteltaessa. Pelkästään miehiä tarkasteltaessa kevyen fyysisen aktiivisuuden määrän ja kahden tunnin sokeriarvon välinen negatiivinen korrelaatio säilyi tilastollisesti merkitsevä (p=0,014). Naisilla ei havaittu tilastollisesti merkitsevää yhteyttä kevyen fyysisen aktiivisuuden määrän ja sokeriarvojen välillä (taulukko 10).

Tarkasteltaessa molempia sukupuolia yhdessä, vähintään kohtuukuormitteisen fyysisen aktiivisuuden kokonaismäärän ($\geq 3,2$ MET) ja kahden tunnin sokeriarvon välillä ei todettu tilastollisesti merkitsevää korrelaatiota (kuvio 3). Vähintään kohtuukuormitteisen fyysisen aktiivisuuden kokonaismäärän ja paastosokeripitoisuuden välillä sen sijaan havaittiin tilastollisesti merkitsevä negatiivinen lineaarinen korrelaatio (p=0,020) (Spearmanin korrelaatio) molempia sukupuolia yhdessä tarkasteltaessa (kuvio 3). Vähintään kohtuukuormitteisen fyysisen aktiivisuuden kokonaismäärän ja pitkäaikaisen sokeritasapainon välillä todettiin myös tilastollisesti merkitsevä negatiivinen lineaarinen korrelaatio (p=0,005) tarkasteltaessa molempia sukupuolia yhdessä. Vähintään kohtuukuormitteisen fyysisen aktiivisuuden kokonaismäärän ja plasman paastosokeripitoisuuden, sekä vähintään kohtuukuormitteisen fyysisen aktiivisuuden kokonaismäärän ja pitkäaikaisen sokeritasapainon välinen negatiivinen korrelaatio ei säilynyt tilastollisesti merkitsevä (p=0,005) tarkasteltaessa pelkästään miehiä. Tilastollisesti merkitsevä negatiivinen lineaarinen korrelaatio vähintään

kohtuukuormitteisen fyysisen aktiivisuuden kokonaismäärän ja paastosokeripitoisuuden ($p=0,017$), sekä vähintään kohtuukuormitteisen fyysisen aktiivisuuden kokonaismäärän ja pitkäaikaisen sokeritasapainon välillä ($p=0,011$) sen sijaan säilyi tilastollisesti merkitsevä pelkästään naisia tarkasteltaessa (taulukko 10).

Tarkasteltaessa molempia sukupuolia yhdessä raskaan fyysisen aktiivisuuden ($\geq 4,8$ MET) määrän ja kahden tunnin sokeriarvojen välillä ei havaittu tilastollisesti merkitsevää korrelaatiota (kuvio 3). Raskaan fyysisen aktiivisuuden määrän todettiin korreloivan tilastollisesti merkitsevästi plasman paastosokeripitoisuuden ($p=0,002$) (Spearmanin korrelaatio) (kuvio 3) ja pitkäaikaisen sokeritasapainon kanssa ($p=0,001$) molempia sukupuolia yhdessä tarkasteltaessa. Pelkästään miehiä tarkasteltaessa raskaan fyysisen aktiivisuuden määrän ja sokeriarvojen välillä ei esiintynyt tilastollisesti merkitsevää korrelaatiota. Raskaan fyysisen aktiivisuuden ja plasman paastosokeripitoisuudenvälinen yhteys säilyi tilastollisesti merkitsevä ainoastaan naisia tarkasteltaessa ($p=0,001$). Tilastollisesti merkitsevä yhteys säilyi naisilla myös raskaan fyysisen aktiivisuuden määrän ja pitkäaikaisen sokeritasapainon välillä ($p=0,001$) (taulukko 10).

TAULUKKO 10. Objektiivisesti mitatun fyysisen aktiivisuuden määrän ja intensiteetin, sekä sokeriarvojen välinen korrelaatio.

Intensiteetti	Miehet			Naiset			Yhteensä		
	P-gluk 0	P-gluk 2h	B-HbA1c	P-gluk 0	P-gluk 2h	B-HbA1c	P-gluk 0	P-gluk 2h	B-HbA1c
Inaktiivinen aika (<1,6 MET)	0,119	0,312**	-0,148	0,120	0,192	0,076	0,109	0,243**	-0,052
Kevyt (1,6–3,1 MET)	-0,116	-0,296*	0,163	-0,084	-0,125	-0,017	-0,091	-0,204**	0,089
Kohtuukuormitteinen (≥3,2 MET)	-0,070	-0,055	-0,170	-0,245*	-0,126	-0,251*	-0,181*	-0,106	-0,207**
Raskas (≥4,8 MET)	-0,120	-0,113	-0,159	-0,328**	-0,185	-0,321**	-0,243**	-0,150	-0,237**

MET: Metabolic equivalent

P-gluk 0: plasman paastosokeripitoisuus

P-gluk 2h: plasman kahden tunnin sokeripitoisuus sokerirasituskokeessa

B-HbA1c: pitkäaikainen verensokeritasapaino

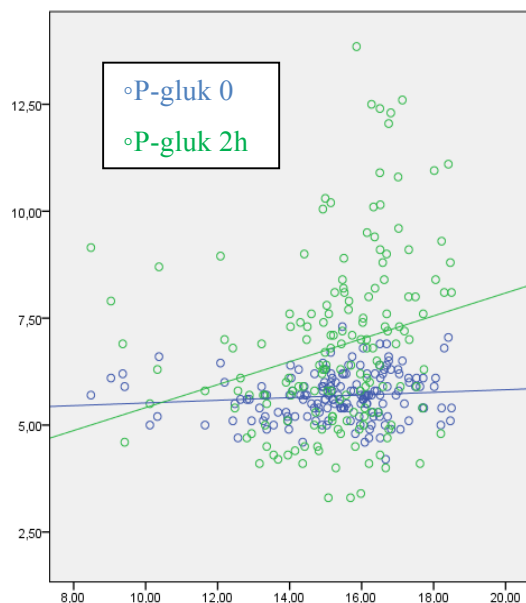
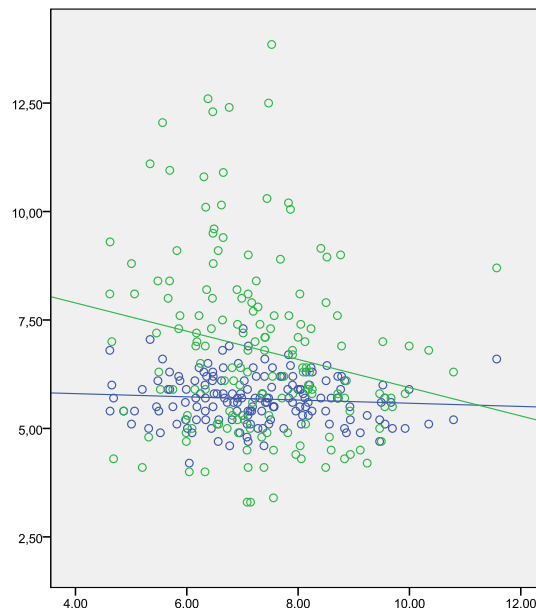
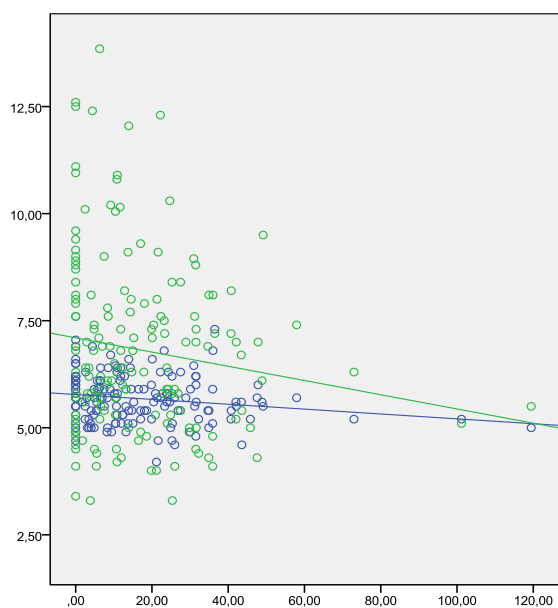
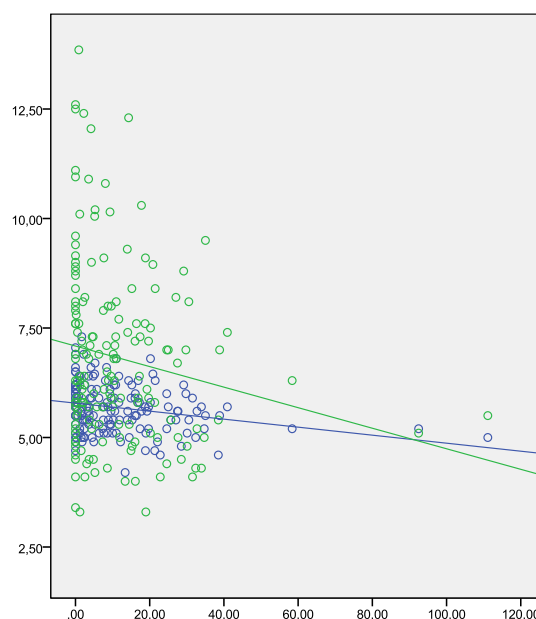
*p<0,05

**p≤0,001

Inaktiivien aika: kaikki alle <1,6 MET aktiivisuus sisältäen unijan.

Inaktiivinen aika ja kevyt kuormitteinen fyysinen aktiivisuus: Pearsonin korrelaatio

Kohtuukuormitteinen ja raskas aktiivisuus: Spearmanin korrelaatio

Inaktiivinen aika (<1,6 MET ka h/vrk)**Kevyt aktiivisuus (1,6-3,1 MET ka h/vrk)****Kohtuukuormitteinen aktiivisuus
(≥3,2 MET ka min/vrk)****Raskas aktiivisuus (≥4,8 MET ka min/vrk)**

Kuvio 3. Fyysisen aktiivisuuden intensiteetin yhteys sokeriarvoihin sokerirasituskokeessa molempia sukupuolia tarkasteltaessa.

x-akseli: aika; y-akseli: plasman glukoosipitoisuus

P-gluk 0: paastosokeripitoisuus, P-gluk 2h: kahden tunnin sokeripitoisuus

MET: metabolic equivalent

Taulukossa 11 on esitetty osittaiskorrelaatiot, joissa painoindeksin ja sukupuolen yhteys verensokeriarvoihin on vakioitu, vähintään kohtuukuormitteisen fyysisen aktiivisuuden ja raskaan fyysisen aktiivisuuden määrän yhteys verensokeriarvoihin on vakioitu ja inaktiivisen ajan ja kevyen fyysisen aktiivisuuden määrän yhteys verensokeriarvoihin on vakioitu.

Vakioitaessa sukupuolen ja painoindeksin yhteys verensokeriarvoihin (taulukko 11), tilastollisesti merkitsevä yhteys säilyi tarkasteltaessa inaktiivisen ajan ($<1,6$ MET) ja kahden tunnin sokeriarvonvälistä yhteyttä ($p=0,012$). Kevyen fyysisen aktiivisuuden ($1,6-3,1$ MET) ja kahden tunnin sokeriarvonvälillä säilyi myös tilastollisesti merkitsevä yhteys sukupuolen ja painoindeksin vaikutuksen vakioimisen jälkeen ($p=0,012$). Fyysisen aktiivisuuden kokonaismäärä sisältäen kaiken yli $3,2$ MET teholla tapahtuvan aktiivisuuden ei sen sijaan korreloinut tilastollisesti merkitsevästi verensokeriarvojen kanssa sukupuolen ja painoindeksin yhteyden vakioimisen jälkeen. Raskaan fyysisen aktiivisuuden ($\geq 4,8$ MET) määrän ja pitkäaikaisen sokeritasapainon välillä säilyi tilastollisesti merkitsevä negatiivinen korrelaatio sukupuolen ja painoindeksin vaikutuksen vakioimisen jälkeen ($p=0,040$). Raskaan fyysisen aktiivisuuden määrän ja paastosokeripitoisuudenvälillä havaittu negatiivinen korrelaatio on varsin lähellä tilastollisen merkitsevyyden rajaa ($p=0,052$) painoindeksin ja sukupuolen yhteyden vakioimisen jälkeen.

Vakioitaessa fyysisen aktiivisuuden kokonaismäärän ($\geq 3,2$ MET) ja raskaan fyysisen aktiivisuuden ($\geq 4,8$ MET) yhteys verensokeriarvoihin (taulukko 11), inaktiivisen ajan ja kahden tunnin sokeriarvon välillä säilyi tilastollisesti merkitsevä positiivinen korrelaatio ($p=0,006$). Kevyen fyysisen aktiivisuuden määrän ja kahden tunnin sokeriarvon välillä esiintyi tilastollisesti merkitsevä negatiivinen korrelaatio, kun vähintään kohtuukuormitteisen fyysisen aktiivisuuden ja raskaan fyysisen aktiivisuuden yhteys verensokeriarvoihin vakioitiin ($p=0,011$).

Vakioitaessa inaktiivisen ajan ja kevyen fyysisen aktiivisuuden määrä (taulukko 11), paastosokeripitoisuuden sekä vähintään kohtuukuormitteisen fyysisen aktiivisuuden kokonaismäärän ($p=0,022$), että raskaan fyysisen aktiivisuuden määrän ja paastosokeripitoisuuden ($p=0,002$) välillä säilyi tilastollisesti merkitsevä yhteys.

Vakioitaessa inaktiivisen ajan ja kevyen fyysisen aktiivisuuden määrä tilastollisesti merkitsevä negatiivinen korrelaatio esiintyi myös vähintään kohtuukuormitteisen fyysisen aktiivisuuden kokonaisajan ja pitkäaikaisen sokeritasapainon ($p=0,034$), sekä raskaan fyysisen aktiivisuuden määrän ja pitkäaikaisen sokeritasapainon välillä ($p=0,009$).

TAULUKKO 11. Objektiivisesti mitatun fyysisen aktiivisuuden intensiteetin ja kokonaismäärän, sekä verensokeriarvojen välinen osittaiskorrelaatio.

Intensiteetti	P-gluk 0	P-gluk 2h	B-HbA1c
Sukupuoli ja bmi vakioitu			
Inaktiivinen aika (<1,6 MET)	0,061	0,198*	-0,028
Kevyt (1,6–3,1 MET)	-0,078	-0,199*	0,012
Kohtuukuormitteinen ($\geq 3,2$ MET)	-0,077	-0,023	-0,124
Raskas ($\geq 4,8$ MET)	-0,154	-0,054	-0,163*
Kohtuukuormitteinen ja raskas aktiivisuus vakioitu			
Inaktiivinen aika (>1,6 MET)	0,053	0,216**	-0,044
Kevyt (1,6–3,1 MET)	-0,066	-0,201*	0,016
Inaktiivinen aika ja kevyt aktiivisuus vakioitu			
Kohtuukuormitteinen ($\geq 3,2$ MET)	-0,181*	-0,120	-0,168*
Raskas ($\geq 4,8$ MET)	-0,246**	-0,140	-0,206**

MET: Metabolic equivalent
bmi: painoindeksi
P-gluk 0: plasman paastosokeripitoisuus
P-gluk 2h: plasman kahden tunnin sokeripitoisuus sokerirasituskokeessa
B-HbA1c: pitkäaikainen verensokeritasapaino
*p<0,05
**p<0,01

6 POHDINTA

6.1 Tutkimustulosten suhde aiempaan tutkimustietoon

Pro gradu -tutkielman ensimmäisenä tavoitteena oli selvittää subjektiivisesti ja objektiivisesti mitatun fyysisen aktiivisuuden määrän ja intensiteetin välistä korrelaatiota. Tutkimuksessa havaittiin subjektiivisesti arvioidun harrastetun liikuntamäärän korreloivan voimakkaasti objektiivisesti mitatun fyysisen aktiivisuuden kokonaismäärän kanssa. Sen sijaan vastaavaa yhteyttä ei havaittu subjektiivisesti arvioidun liikkeelläolon määrän ja objektiivisesti mitatun vähintään kevyen aktiivisuuden kokonaismäärän välillä, eikä subjektiivisesti arvioidun istumisajan ja objektiivisesti mitatun inaktiivisen ajan välillä.

Tutkimuksen toisena tavoitteena oli selvittää subjektiivisesti ja objektiivisesti mitatun fyysisen aktiivisuuden määrän ja intensiteetin suhdetta sokerinsietoon sokerirasituskokeessa. Tuloksia analysoitaessa havaittiin, että subjektiivisesti arvioitu harrastetun liikunnan määrä tai liikkeelläolon määrä eivät olleet yhteydessä veren sokeriarvoihin. Sen sijaan objektiivisen mittauksen perusteella havaittiin, että kevyen aktiivisuuden suurempi määrä on yhteydessä parempaan sokerinsietoon sokerirasituskokeessa ja vähintään kohtuukuormitteisen fyysisen aktiivisuuden kokonaismäärä tai raskaan fyysisen aktiivisuuden suurempi määrä on yhteydessä pienempään paastosokeripitoisuuteen ja parempaan pitkäaikaiseen sokeritasapainoon molempia sukupuolia yhdessä tarkasteltaessa.

Tutkimuksen kolmantena tavoitteena oli selvittää subjektiivisesti ja objektiivisesti mitatun inaktiivisen ajan ja sokerinsiedon välistä yhteyttä. Tutkimuksen mukaan subjektiivisesti arvioitu suurempi istumiseen käytetty aika oli yhteydessä suurempaan paastosokeripitoisuuteen ja pitkäaikaiseen sokeritasapainoon, mutta yhteyttä ei havaittu subjektiivisesti arvioidun istumiseen käytetyn ajan ja sokerinsiedon välillä. Objektiivisen mittauksen perusteella sen sijaan suurempi inaktiivisen ajan määrä oli yhteydessä suurempaan kahden tunnin sokeriarvoon sokerirasituskokeessa. Objektiivisesti mitatun inaktiivisen ajan, sekä paastosokeripitoisuuden ja pitkäaikaisen

sokeritasapainon välillä ei sen sijaan havaittu korrelaatiota molempia sukupuolia yhdessä tarkasteltaessa.

6.1.1 Subjektiiivisesti ja objektiivisesti mitatun fyysisen aktiivisuuden välinen korrelaatio ja terveysliikuntasuosituksen toteutuminen

Tutkimustulosten mukaan subjektiivisesti arvioidun harrastetun liikunnan määrän ja objektiivisesti mitatun vähintään kohtuukuormitteisen fyysisen aktiivisuuden kokonaismäärän välillä on vahva korrelaatio. Subjektiiivisesti arvioitu liikkeelläolon määrä sen sijaan ei korreloi objektiivisesti mitatun vähintään kevyt kuormitteisen fyysisen aktiivisuuden kokonaismäärän kanssa. Aiemmat tutkimustulokset tukevat tässä tutkimuksessa saatua havaintoa, että vähintään kohtuukuormitteisen fyysisen aktiivisuuden määrän havainnoiminen subjektiiviseen arvioon perustuvalla menetelmällä on tarkempaa, kun taas kevyemmän fyysisen aktiivisuuden todellista määrää on vaikeampi havaita subjektiiviseen arvioon perustuvalla menetelmällä (Strath ym. 2013; Ara 2015).

Objektiivisesti mitatun vähintään kohtuukuormitteisen fyysisen aktiivisuuden määrä oli tässä tutkimuksessa muutamia minuutteja suurempi kuin Atienzan ym. (2011) laajassa väestötutkimuksessa (NHANES) (Atienza ym. 2011). On kuitenkin huomioitava, että tässä tutkimuksessa vähintään kohtuukuormitteisen fyysisen aktiivisuuden alaraja oli määritelty ikääntyneille sopivaksi. Atienzan ym. tutkimuksessa tutkittavat ovat nuorempia, kuin nyt tutkitussa otoksessa. Tässä tutkimuksessa objektiivisesti mitattu vähintään kohtuukuormitteisen fyysisen aktiivisuuden kokonaismäärä on kuitenkin noin kymmenen minuuttia alhaisempi kuin Barreiran ym. (Barreira ym. 2015) tutkimuksessa havaittu vähintään kohtuukuormitteisen fyysisen aktiivisuuden kokonaismäärä.

Tässä tutkimuksessa kevyen aktiivisuuden mediaani oli yli seitsemän tuntia vuorokaudessa objektiivisesti mitattuna. Terveys 2011 aineistoon perustuen objektiivisesti mitatun kevyen aktiivisuuden mediaani oli kuitenkin vain alle kolme tuntia vuorokaudessa kyseisessä ikäryhmässä (Husu ym. 2014). Tässä tutkimuksessa onnistuneen mittausvuorokauden kriteerinä oli neljän tunnin kevyen aktiivisuuden täyttyminen onnistuneessa mittausvuorokaudessa, minkä johdosta mukaan otetut

mittausvuorokaudet olivat lähellä 24 tuntia sisältäen uniajan. Husun ym. (2014) tutkimuksessa puolestaan mittarin käyttöaika tuli olla vähintään kymmenen tuntia, jotta mittausvuorokausi on otettu mukaan tarkasteluun, mikä voi osaltaan selvittää havaittua eroa (Husu ym. 2014). Atienzan ym. (2011) ja Barreiran (2015) julkaisut sen sijaan eivät raportoi objektiivisesti mitatun kevyen aktiivisuuden määrää.

Sukupuolten välillä ei havaittu tilastollisesti merkitsevää eroa fyysisen aktiivisuuden määrässä riippumatta siitä tarkasteltiinko fyysistä aktiivisuutta subjektiivisesti vai objektiivisesti. Objektiivisen fyysisen aktiivisuuden mittauksen mukaan kuitenkin havaittiin, että miehillä toteutuu enemmän kevyttä aktiivisuutta kuin naisilla, mutta naisilla vähintään kohtuukuormitteisen ja raskaan fyysisen aktiivisuuden osuus on miehiä suurempi. Terveys 2011 tutkimustulosten mukaan miehillä liikuntasuositukset toteutuvat naisia paremmin kestävyyskunnan osa-alueella. Toisaalta Terveys 2011 tutkimuksen mukaan naisilla terveystiikuntasuositukset toteutuvat hieman miehiä paremmin, kun myös voimaharjoittelu ja tasapainoharjoittelu otetaan mukaan tarkasteluun (Mäkinen ym. 2012). Husun ym. (2014) Terveys 2011 aineistoon perustuvan artikkelin mukaan kyseisen ikäryhmän miehet liikkuvat naisia enemmän kohtuukuormitteisella teholla objektiiviseen mittaukseen perustuen, kun taas kevyen aktiivisuuden osalta ero ei ole sukupuolten välillä selkeä (Husu ym. 2014), mikä on ristiriidassa nyt saatujen tulosten kesken.

Tässä tutkimuksessa subjektiivisesti arvioitu istumiseen käytetty aika ei korreloinut tilastollisesti merkitsevästi objektiivisesti mitatun inaktiivisen ajan kanssa. Tutkittavien subjektiivisesti arvioitu istumiseen käytetty aika on tässä tutkimuksessa keskimäärin kolmanneksen alhaisempi kuin Barreiran ym. (2015) julkaisemassa objektiiviseen istumisajan mittaukseen perustuvassa tutkimuksessa (Barreira ym. 2015) tai Terveys 2011 tutkimukseen perustuvassa julkaisussa (Husu ym. 2014). Sosiaali- ja terveystieteiden ministeriön julkaisu ”kansalliset suositukset istumisen vähentämiseksi” kuitenkin toteaa, että istumiseen käytetty aika lisääntyy ikääntyessä (STM 2015), joten nyt saatujen tulosten perusteella voidaan olettaa tutkittavien aliarvioivan istumiseen käyttämänsä aikaa. Toisaalta Barreiran ym. (2015) julkaisema artikkeli on ensimmäinen tutkimus, missä inaktiivisen ajan sijaan tarkastellaan istumiseen käytettyä

aikaa objektiivisen mittauksen perusteella (Barreira ym. 2015), joten kyseisen artikkelin tulokset tulee varmistaa myös muissa tutkimuksissa.

Liikuntasuositukset täyttävien määrä oli lähes identtinen sekä mitattuna subjektiivisesti liikunnan harrastamisen määrää, että mitattaessa objektiivisesti terveysliikuntasuositusten toteutumista MET-minuutteina. Nyt saatujen tulosten mukaan subjektiivisen arvion ja objektiivisen mittauksen mukaan liikuntasuositukset täytti reilu kolmannes tutkittavista, terveytensä kannalta liian vähän liikkui reilu kolmannes tutkittavista ja inaktiiveja oli viidesosa tutkittavista. Tämä tutkimustulos tukee aiempaa havaintoa, jonka mukaan henkilöt voidaan määritellä terveytensä kannalta riittävästi ja liian vähän liikkuviin perustuen muutamaan (Strath ym.2013) ja tässä tapauksessa jopa yhteen kysymykseen. Tässä tutkimuksessa saatujen tulosten mukaan liikuntasuositukset näyttäisivät siis toteutuvan suuremmalla osalla ja inaktiivien osuus olevan pienempi oululaisessa syntymäkohortissa kuin koko Suomen väestöä käsittelevässä Terveys 2011 tutkimuksessa (Mäkinen ym. 2012). Verrattuna yhdysvaltalaisilla tehtyyn tutkimukseen (Jefferis ym. 2014), nyt tutkitut henkilöt täyttävät liikuntasuositukset paremmin. On kuitenkin huomioitava, että sekä Terveys 2011 tutkimuksessa, että Jefferiksen tutkimuksessa tutkittavat ovat keski-ikänsä vanhempia, kuin nyt tutkitussa kohortissa. Maailmanlaajuisesti inaktiivisten määrä ikääntyvien joukossa näyttäisi olevan huomattavasti tässä tutkimuksessa havaittua suurempi (Hallal ym. 2012), joskin inaktiivisuuden eri määritelmät vaikeuttavat tulosten rinnastamista toisiinsa.

6.1.2 Subjektiivisesti ja objektiivisesti mitatun fyysisen aktiivisuuden suhde verensokerimuuttujiin

Tässä pro gradu -tutkielmassa diabetesta sairastavien osuus on suurempi kuin Diabeteksen Käypä hoito -suosituksen mukaan on arveltu Suomessa olevan (Diabetes: Käypä hoito -suositus 2013). Selittävänä tekijänä diabeteksen suuremmalle esiintyvyydelle voi olla tutkittavien ikä, koska Käypä hoito -suosituksen arvio diabetesta sairastavien määrästä koskee kaikkia aikuisia. Toisaalta on huomioitava, että tyyppin 2 diabeteksen esiintyminen kasvaa nopeasti (Wild 2004; Diabetes: Käypä hoito -suositus 2013), joten onkin syytä pohtia onko diabeetikkojen määrä Suomessa arvioitua suurempi.

Tutkimuksessa ei havaittu korrelaatiota subjektiivisesti arvioitun fyysisen aktiivisuuden ja verensokeriarvojen välillä, mutta objektiivisen mittauksen perusteella yhteyksiä fyysisen aktiivisuuden määrän ja sokeriaineenvaihdunnan välillä esiintyi fyysisen aktiivisuuden intensiteetistä riippumatta. Aiemmat tutkimustulokset, joissa on tutkittu sekä subjektiivisesti, että objektiivisesti mitattua fyysistä aktiivisuutta ovat päätyneet samaan johtopäätökseen, että mittaamalla fyysistä aktiivisuutta objektiivisesti saadaan esiin fyysisen aktiivisuuden vaikutuksia sokeriaineenvaihduntaan, mitä ei välttämättä subjektiivisilla menetelmillä havaita (Atienza ym. 2011; Celis-Morales ym. 2012). Koska objektiivisesti mitattu fyysisen aktiivisuuden määrä on hyvin pieni, nyt saadut tutkimustulokset tukevat aiemmin tehtyä havaintoa, että tarvittavan fyysisen aktiivisuuden todellinen määrä terveyshyötyjen saavuttamiseksi voi todellisuudessa olla pienempi, kuin nykyisissä terveysliikuntasuosituksissa on mainittu ja subjektiiviset mittausten menetelmät voivat aliarvioida fyysisen aktiivisuuden terveyshyötyjä (Celis-Morales ym. 2012). Aiemmissa tutkimuksissa on havaittu nyt saatuja tuloksia tukeva tulos, että fyysisellä aktiivisuudella ja inaktiivisuuden välttämällä on positiivisia vaikutuksia sokeriaineenvaihduntaan myös muun muassa painoindeksin ja sukupuolenvaihtuksen vakioimisen jälkeen (Healy ym. 2007; Atienza ym. 2011; Kujala ym. 2013). Huolimatta siitä, että subjektiivisesti arvioitu harrastetun liikunnan määrä korreloi voimakkaasti objektiivisesti mitatun fyysisen aktiivisuuden kokonaismäärän kanssa, subjektiivisesti arvioitu harrastetun liikunnan määrä ei korreloinut tilastollisesti merkitsevästi verensokeriarvojen kanssa, minkä perusteella voidaan kyseenalaistaa, voidaanko tutkittavien terveydentilaa ennustaa yhden liikuntakysymyksen perusteella, vaikka tutkittavat voidaan jakaa liikuntasuosituksien täyttäviin ja suosituksien alittaviin henkilöihin. Tutkimusasetelmasta johtuen mukana on kuitenkin lukuisia sekoittavia tekijöitä, joita ei ole vakioitu tarkasteltaessa subjektiivisesti mitatun fyysisen aktiivisuuden ja sokeriaineenvaihdunnan välisiä yhteyksiä, mikä voi vaikuttaa tutkimustuloksiin.

Tässä tutkimuksessa analysoitiin objektiivisesti mitatun fyysisen aktiivisuuden suhde miesten ja naisten sokeriaineenvaihduntaan myös sukupuolittain, mikä tuo uutta tietoa objektiivisen fyysisen aktiivisuuden ja sokeriaineenvaihdunnan välisistä yhteyksistä. Aiemmin tehdyissä tutkimuksissa objektiivisesti mitatun fyysisen aktiivisuuden suhde sokeriaineenvaihduntaan on usein analysoitu molemmilta sukupuolilta yhdessä (Healy

2007; Atienza ym. 2011; Celis-Morales ym. 2012). Tutkimuksessa havaittiin, että miehillä kevyen aktiivisuuden suurempi määrä on yhteydessä parempaan sokerinsietoon sokerirasituskokeessa, kun taas naisilla vastaavaa yhteyttä ei kevyen fyysisen aktiivisuuden osalta havaittu. Naisilla puolestaan kohtuukuormitteisen ja raskaan fyysisen aktiivisuuden suurempi määrä on yhteydessä alhaisempaa paastosokeripitoisuuteen ja parempaan pitkäaikaiseen sokeritasapainoon, kun taas miehillä vastaavaa yhteyttä ei havaittu. Toisaalta objektiivisesti mitattuna miehillä esiintyi enemmän kevyttä aktiivisuutta kuin naisilla ja naisilla puolestaan enemmän kohtuukuormitteista ja raskasta aktiivisuutta, vaikka sukupuolten välillä ei havaittukaan tilastollisesti merkitsevää eroa. Osittain sukupuolten välillä havaittu ero voi siis selittyä eroilla objektiivisesti mitatun fyysisen aktiivisuuden määrässä, mutta siitä emme saa varmuutta tämän tutkimuksen perusteella. Sukupuolten välillä havaituista eroista kuitenkin herää kysymys, tarvitsevatko miehet ja naiset intensiteetiltään erilaista fyysistä aktiivisuutta sokeriaineenvaihdunnan tehostamiseksi?

6.1.3 Subjektiivisesti ja objektiivisesti mitatun fyysisen inaktiivisuuden suhde verensokerimuuttujiin

Tutkittavien subjektiivisesti arvioitu istuminen korreloi positiivisesti paastosokeripitoisuuden ja pitkäaikaissokeripitoisuuden kanssa, mutta ei sokerinsiedon kanssa. Objektiivisen fyysisen aktiivisuuden mittauksen mukaan positiivinen korrelaatio havaittiin inaktiivisen ajan ja sokerinsiedon välillä, mutta sen sijaan yhteyttä ei havaittu objektiivisesti mitatun inaktiivisen ajan ja paastosokeripitoisuuden tai pitkäaikaissokeripitoisuuden välillä, kun miehiä ja naisia tarkasteltiin yhdessä. Rezenden ym. (2014a) päätyivät systemaattisissa katsauksessaan tulokseen, että inaktiivisuuden ja heikentyneen sokeriaineenvaihdunnan yhteys ei ikääntyneillä ole yhtä selkeä kuin nuoremmilla aikuisilla (Rezenden ym. 2014a), mikä voi selittää osittain myös tässä tutkimuksessa saatuja ristiriitaisia tuloksia istumisen ja inaktiivisuuden yhteydestä sokeriaineenvaihdunnan häiriöihin. Toisaalta voidaan myös kyseenalaistaa, mittaavatko istumiseen käytetty aika ja inaktiivinen aika samaa asiaa, koska inaktiivista aikaa voi esiintyä myös muutoin kuin istuttaessa. Barreiran ym. (2015) objektiiviseen istumiseen käytetyn ajan mittaukseen perustuvassa tutkimuksessa havaittiin keskimäärin huomattavasti suurempia istumiseen käytettyjä aikoja (Barreira ym. 2015), kuin tässä

tutkimuksessa subjektiivisesti arvioiden, joten voidaan myös pohtia, johtuvatko nyt saadut ristiriitaiset tulokset istumiseen käytetyn ajan aliarvioimisesta subjektiivisella menetelmällä. Healy ym. (2007) väestötutkimuksen tulokset koskien objektiivisesti mitattua inaktiivista aikaa tukevat kuitenkin nyt saatua löydöstä, että yhteys olisi voimakkaampi objektiivisesti mitatun inaktiivisen ajan ja sokerinsiedon välillä, kuin objektiivisesti mitatun inaktiivisen ajan ja paastosokeripitoisuuden tai pitkäaikaisen sokeritasapainon välillä (Healy ym. 2007).

Tarkasteltaessa objektiivisesti mitatun inaktiivisen ajan ja sokerinsiedon välisiä yhteyksiä sukupuolittain, yhteys säilyi tilastollisesti merkitsevänä ainoastaan miehillä. Tästä huolimatta objektiivisen mittauksen mukaan miehillä oli vähemmän inaktiivista aikaa, kuin naisilla, joskaan sukupuolten välillä ei esiintynyt tilastollisesti merkitsevää eroa. Nyt saatu tulos on osittain ristiriidassa Rödgerin ym. (2012) tuloksen kanssa, jonka mukaan inaktiivien naisten riski kohonneelle paastosokeripitoisuudelle oli suurempi, kuin inaktiivien miesten (Rödger ym. 2012). Nyt saatuja tuloksia ei voi kuitenkaan suoraan verrata Rödgerin saamiin tuloksiin, koska Rödger ym. (2012) ovat mitanneet fyysisen aktiivisuuden määrän subjektiivisesti ja tarkastelleet ainoastaan paastosokeripitoisuutta. Tässäkin tutkimuksessa havaittiin positiivinen yhteys subjektiivisesti arvioidun istumisajan ja paastosokeripitoisuuden välillä molempia sukupuolia tarkasteltaessa, mutta kun inaktiivinen aika mitattiin objektiivisesti, vastaavaa yhteyttä ei löydetty miehillä, eikä naisilla. On kuitenkin huomioitava, että tässä tutkimuksessa uniaika oli mukana objektiivisesti mitatussa inaktiivisessa ajassa, joten se heikentää tulosten luotettavuutta inaktiivisen ajan ja sokerimuuttujien välillä.

Kun objektiivisesti mitatun fyysisen aktiivisuuden määrä tai sukupuolen ja painoindeksin vaikutus verensokeriarvoihin vakioitiin, niin positiivinen yhteys objektiivisesti mitatun inaktiivisen ajan ja sokerinsiedon välillä säilyi edelleen tilastollisesti merkitsevänä, kun molempia sukupuolia tarkasteltiin yhdessä. Nyt saatujen tulosten mukaan objektiivisesti mitattu inaktiivinen aika on siis itsenäinen riskitekijä heikentyneelle sokerinsiedolle huolimatta painoindeksistä, sukupuolesta tai kohtuukuormitteisen ja raskaan fyysisen aktiivisuuden määrästä. Healy ym. (2007) päätyivät julkaisussaan vastaavaan tulokseen, että inaktiivinen aika on heikentyneen sokerisiedon riskitekijä myös taustamuuttujien kuten painoindeksin vakioimisen jälkeen

(Healy ym. 2007). Inaktiivinen aika on todettu de Rezenden ym. (2014b) julkaistussa systemaattisessa katsauksessa tyypin 2 diabeteksen itsenäiseksi riskitekijäksi huolimatta fyysisen aktiivisuuden määrästä (de Rezenden ym. 2014b).

6.2 Tutkimusmenetelmien luotettavuus

Fyysisen aktiivisuuden subjektiivisessa mittaamisessa käytettiin kahta kysymystä ja jotta niitä voitiin verrata objektiivisesti mitattuun fyysiseen aktiivisuuteen, jouduttiin tekemään tiettyjä yleistyksiä. Tutkittavilta kysyttiin, kuinka usein harrastatte vähintään puolituntia kestävää liikuntaa ja sen todettiin korreloivan vahvasti objektiivisesti mitatun vähintään kohtuukuormitteiseen fyysiseen aktiivisuuden määrän kanssa. Verrattaessa subjektiivisesti ja objektiivisesti mitattua fyysistä aktiivisuutta teimme siis oletuksen, että kohtuukuormitteisen fyysisen aktiivisuuden intensiteetti ylittyy liikuntaa harrastettaessa, mikä ei kuitenkaan välttämättä aina toteudu. Kysymyksen asettelussa on mainittu vähintään puolituntia, mikä voi käytännössä tarkoittaa mitä tahansa liikuntasuorituksen kesto puolesta tunnista aina useita tunteja kestävään kestävyysharjoitteluun saakka, joten absoluuttisten liikuntamäärien vertaaminen ei tässä tutkimuksessa toteudu. Kysymys kuitenkin vaikuttaa tämän tutkimuksen perusteella varsin toimivalta työkalulta esimerkiksi perusterveydenhuoltoon, missä tarvitaan halpoja ja yksinkertaisia keinoja tunnistaa liikuntasuosituksia täyttävät ja suositukset alittavat henkilöt.

Toinen käytetty kysymys selvitti liikkeessä olon määrää päivittäin (esim. kauppareissut, kävely- ja pyörälenkit, kotona puuhastelu, pihatyöt, liikuntaharrastukset jne.). Teimme oletuksen, että kyseinen kysymys sisältää fyysistä aktiivisuutta, minkä kuormitus vastaa intensiteetiltään kevyttä tai sitä raskaampaa aktiivisuutta. Vastausvaihtoehtona kysymyksessä oli alle tunnin päivässä, 1–2 tuntia päivässä ja yli 2 tuntia päivässä. Kyseinen kysymys ei korreloinut objektiivisesti mitatun vähintään kevyt kuormitteisen fyysisen aktiivisuuden kokonaismäärän kanssa. Kysymyksen vastausvaihtoehdot eivät olleet optimaaliset huomioden, että kahden viikon keskiarvosta laskettuna vähintään kevyt kuormitteisen fyysisen aktiivisuuden kokonaismäärän vaihteluväli on tässä tutkimuksessa 4,9–12,0 tuntia.

Kiihtyvyysanturiin perustuvaan mittausmenetelmään sisältyy sekä etuja, että rajoituksia. Kiihtyvyysanturiin perustuvan mittausmenetelmän etuna on muun muassa mahdollisuus kerätä tietoa lyhyillä aikaväleillä, mikä mahdollistaa fyysisen aktiivisuuden seurannan tiiviisti ja auttaa havaitsemaan myös kevyen fyysisen aktiivisuuden ja inaktiivisuuden (Pate ym. 2008). Kiihtyvyysanturiin perustuvan mittausmenetelmän rajoituksena on, että se mittaa ainoastaan fyysistä aktiivisuutta, jossa mittariin kohdistuu kiihtyvyys (Chen ja Bassett 2005), joten esimerkiksi pyöräily on tässä tutkimuksessa jäänyt objektiivisen fyysisen aktiivisuuden mittauksen ulkopuolelle. Sen sijaan Polar Active aktiivisuusmittaria voidaan käyttää esimerkiksi uimessa, mikä ei kaikilla muilla tutkimuskäytössä olevilla mittareilla ole mahdollista. Esimerkiksi Atienzan ym. (2011) ja Celis-Moralesin ym. (2012) tutkimuksissa aktiivisuusmittari on kehoitettu ottamaan pois uinnin ajaksi (Atienza ym. 2011; Celis-Morales ym. 2012), mitä tässä tutkimuksessa ei tehty.

Kiihtyvyysanturiin perustuvien tutkimusten vertaamista toisiinsa vaikeuttaa se, että kiihtyvyysanturi muuttaa kiihtyvyyden toiseksi yksiköksi. Esimerkiksi Healyn ym. (2007), Atienzan ym. (2011), Celis-Moralesin ym. (2012) tutkimuksissa on käytössä mittari, joka muuttaa mitatun kiihtyvyyden ”countseiksi” (Healy 2007; Atienza ym. 2011; Celis-Morales ym. 2012), kun taas Polar Active muuttaa kiihtyvyyden MET-yksiköiksi (Polar Electro Oy 2010). Tutkimusten vertaamista toisiinsa vaikeuttaa myös se, että intensiteetti luokkien raja-arvot eivät ole yhtenevät kaikissa tutkimuksissa. Esimerkiksi Husun ym. (2014) artikkelissa kevyt aktiivisuus on määritelty 1,5–3,5 MET, kohtuukuormitteinen fyysinen aktiivisuus 3,5–6,0 MET ja raskas fyysinen aktiivisuus yli 6,0 MET intensiteetillä tapahtuvaksi (Husu ym. 2014). Tässä tutkimuksessa intensiteetti luokkien raja-arvot oli kuitenkin suhteutettu tutkittavien ikään, joten etenkin kohtuukuormitteisen ja raskaan fyysisen aktiivisuuden intensiteetti luokkien raja-arvot olivat alhaisemmat.

Polar Active aktiivisuusmittarin luotettavuudesta on saatavilla vasta vähän tietoa ja etenkin ikääntyneillä mittarin luotettavuus tulee jatkossa varmistaa. Polarin omien tutkimusten mukaan Polar Activen mittaama fyysisen aktiivisuuden intensiteetti korreloi hyvin epäsuoralla kalorimetrillä mitattuihin MET-arvoihin lapsilla ja aikuisilla (Polar Electro Oy 2010). Toisaalta Leen ym. (2015) nuorilla aikuisilla tehdyn tutkimuksen

mukaan Polar Active yliarvioi askelmäärää vapaa-ajalla. Kyseinen tutkimus ei kuitenkaan ota kantaa fyysisen aktiivisuuden intensiteetin mittauksen luotettavuuteen ja koska Polar Active sijoitetaan ranteeseen, niin käden liikkeet voidaan tulkita askeleiksi. (Lee ym. 2015). Polar Active mittaa kiihtyvyyttä yhdessä liikesuunnassa (Polar Electro Oy 2010). Van Remoortelin ym. julkaisun systemaattisen katsauksen mukaan kiihtyvyyttä useammassa suunnassa mittaavat aktiivisuusmittarit ovat validiteetiltaan luotettavampia kuin yhdessä suunnassa kiihtyvyyttä mittaavat mittarit (Van Remoortel ym. 2012). Aktiivisuusmittarit pyrkivät aiempien tutkimusten mukaan aliarvioimaan hitaan kävelyn aikaansaamaa energiankulutusta, mikä onkin keskeinen tekijä pohdittaessa aktiivisuusmittarin mittaaman datan luotettavuutta ikääntyvillä tai toimintakyvyltään rajoittuneilla henkilöillä (Crouter ym. 2003; Van Remoortel ym. 2012).

Tässä tutkimuksessa objektiivisen fyysisen aktiivisuuden mittauksessa oli käytetty terveysliikuntasuosituksen mukaista vähintään kymmenen minuutin kestoista ajanjaksoa, jotta toteutunut fyysinen aktiivisuus otettiin mukaan tarkasteltaessa objektiivisesti mitatun fyysisen aktiivisuuden kokonaismäärää. Kuitenkin tutkimuksissa on saatu viitteitä siitä, että jopa 10–20 sekunnin intervallityyppisillä korkeaintensiteettisillä fyysisen aktiivisuuden jaksoilla voi olla positiivista vaikutusta sokeriaineenvaihduntaan (Metcalfe ym. 2012). Objektiiviseen mittaukseen perustuen fyysistä aktiivisuutta voidaan havainnoida jopa alle puolen minuutin jaksoissa (Pate ym. 2008), joten jatkossa on tärkeää selvittää, mikä on näiden alle kymmenen minuutin kestoisten aktiivisuusjaksojen suhde verensokeriarvoihin.

6.3 Tutkimuksen vahvuudet ja rajoitukset

Otos kattaa laajasti vuonna 1945 syntyneet oululaiset ja antaa näin ollen varsin hyvän kuvan kyseisen väestön osan fyysisestä aktiivisuudesta ja sokeriaineenvaihdunnan tilasta. Väestöpohjaisen otoksen vuoksi sekoittavia tekijöitä on runsaasti, joten tuloksissa ei voida yleistää, että ainoastaan fyysinen aktiivisuus olisi vaikuttavana tekijänä tarkasteltaessa sokeriaineenvaihdunnan häiriöitä. Objektiivisen mittauksen osalta vakioimme painoindeksin ja sukupuolen vaikutuksen sokeriaineenvaihduntaan osittaiskorrelaation avulla, sekä eri intensiteettiluokkia, mutta sekoittavia tekijöitä jäi

vielä runsaasti vakioimatta. On myös mahdollista, että otokseen on valikoitunut esimerkiksi itsensä terveemmäksi ja parempi kuntoiseksi kokeva väestönosa, kun koko ikäluokassa keskimäärin. On mahdollista, että kovin sairaat tai heikossa kunnossa olevat kutsun saaneet eivät ole halunneet tai jaksaneet tutkimukseen tulla. Tämän pro gradu -tutkielman rajoituksena on, että nyt analysoiduissa tuloksissa ei ole huomioitu vuosina 2001–2003 tutkittavilta kerättyjä terveystietoja, vaan tulokset on analysoitu ainoastaan vuosina 2013–2014 kerätystä aineistosta. Aiemman otoksen mukaan otto analyysieihin olisi antanut lisätietoa vuonna 1945 syntyneiden oululaisten fyysisestä aktiivisuudesta ja sokeriaineenvaihdunnan tilasta.

Pro gradu -tutkielman vahvuutena on, että fyysistä aktiivisuutta on kartoitettu sekä subjektiivisesti, että objektiivisesti. Tutkittavat eivät saaneet etukäteisinformaatiota, mitä heille kellona esitelty aktiivisuusmittari (Polar Active) todellisuudessa mittaa, joten tutkimusasetelma lisää objektiivisen fyysisen aktiivisuuden mittauksen luotettavuutta suhteessa normaalin arkiaktiivisuuden määrään. Objektiivisen fyysisen aktiivisuuden mittauksen etuna tässä tutkimuksessa on, että fyysistä aktiivisuutta voitiin seurata intensiivisesti kahden viikon tutkimusjakson ajan ja analysoimalla aktiivisuusmittarin keräämää raakadataa intensiteetti-tiluokkien raja-arvot voitiin asettaa ikääntyville sopiviksi. Tämän tutkimuksen luotettavuutta lisää se, että käytimme objektiivisesta fyysisen aktiivisuuden mittauksesta kahden viikon keskiarvoa toteutuneen fyysisen aktiivisuuden osalta. Lisäksi kriteerimme, jonka mukaan onnistuneita mittausvuorokausia tuli olla molemmilta viikoilta vähintään viisi lisää tutkimuksen luotettavuutta. Aiemmissa tutkimuksissa mukaan on useimmiten hyväksytty kiihtyvyysanturiin perustuvat mittaukset, joissa viikon aikana on vähintään neljä onnistunutta mittausvuorokautta (Atienza ym. 2011; Celis-Morales ym. 2012). Tämän tutkimuksen tarpeellisuutta tukee se, että objektiivisesti mitatun fyysisen aktiivisuuden suhdetta terveysmuuttujiin on tutkittu suomalaisessa väestössä vasta varsin vähän (Husu 2014). Tutkimuksen luotettavuus olisi lisääntynyt, mikäli meillä olisi ollut tutkittuna myös tutkittavien maksimaalinen hapenottokyky, koska kyseisessä ikäluokassa henkilöt ovat terveydentilaltaan ja suorituskyvyltään varsin eritasoisia ja esimerkiksi toiselle kohtuukuormitteinen fyysinen aktiivisuus voi toiselle olla jo erittäin raskasta fyysistä aktiivisuutta.

Tässä pro gradu -tutkielmassa käytimme inaktiivisena aikana kaikkea alle 1,6 MET aktiivisuutta mukaan lukien uniajan, koska meillä ei ollut tuloksia analysoitaessa käytössä vielä tutkittavilta kerättyjä päiväkirjatietoja, mihin he olivat merkanneet heräämis- ja nukahtamisajat. Emme pystyneet myöskään rajaamaan uniaikaa muutoin luotettavasti pois objektiivisen fyysisen aktiivisuuden mittauksen datasta. Sedentary Behaviour Research Network (2012) kuitenkin suosittelee, että inaktiiviseksi ajaksi laskettaisiin ainoastaan alle 1,6 MET teholla tapahtuva hereilläoloajan aktiivisuus (Sedentary Behaviour Research Network 2012), mikä on huomioitava, kun nyt saatuja tuloksia rinnastetaan muihin tutkimustuloksiin.

Tässä tutkimuksessa havaittiin eroja sukupuolten välillä tarkasteltaessa objektiivisesti mitatun fyysisen aktiivisuuden määrän ja intensiteetin suhdetta sokerimuuttujiin. Tarvitaan kuitenkin vielä uusia tutkimuksia isommalla otoskoollla ja koko kohortti -45 aineistolla, sekä eri ikäryhmissä, jotta mahdollinen sukupuolten välinen ero fyysisen aktiivisuuden intensiteetin ja sokeriaineenvaihdunnan välillä voidaan varmistaa. Tämä tutkimus ei myöskään tarjoa selitystä fysiologisille mekanismeille, jotka selittäisivät sukupuolten välillä havaitut eroavaisuudet. Tämä tutkimus ei myöskään ota kantaa siihen, mikä on kestävyys- ja voimaharjoittelun merkitys ja erot sokeriaineenvaihdunnan kannalta, vaan tarkastelee fyysistä aktiivisuutta ainoastaan fyysisen aktiivisuuden kokonaismäärän ja intensiteetin mukaan.

Insuliiniarvojen mukaan otto tutkimukseen olisi parantanut tutkimuksen laatua ja mahdollisuutta tarkastella subjektiivisesti ja objektiivisesti mitatun fyysisen aktiivisuuden suhdetta insuliiniresistenssin esiintymiseen tutkittavilla. Tutkittavilta sokerirasituskokeen aikana kerätyt insuliininäytteet olivat kuitenkin vielä analysoimatta pro gradu -tutkielman tuloksia analysoitaessa. Myös sokerirasituskokeen aikana otetut puolentunnin ja tunnin verensokeriarvot voivat antaa lisätietoa fyysisen aktiivisuuden vaikutuksesta sokeriaineenvaihduntaan, mitkä eivät tässä tutkimuksessa tule esille.

6.4 Tulosten merkitys liikuntalääketieteellisen tutkimuksen ja käytännön terveydenedistämisen näkökulmasta

Subjektiiivisesti arvioitu harrastetun liikunnan määrä korreloi tässä tutkimuksessa erittäin hyvin objektiivisesti mitatun fyysisen aktiivisuuden kokonaismäärän kanssa. Vahva korrelaatio puoltaa kysymyksen käyttöä esimerkiksi perusterveydenhuollossa, missä ikääntyvät henkilöt tulee voida jakaa yksinkertaisella, nopealla ja kustannustehokkaalla menetelmällä terveysliikuntasuositukset täyttäviin ja alittaviin henkilöihin. Ennen kysymyksen käyttöönottoa käytännön työssä, sen toimivuus tulee kuitenkin varmistaa myös muissa tutkimuksissa ja eri ikäryhmillä.

Kuten aiemmin on osoitettu, fyysisesti aktiivinen elämäntapa on keskeinen tekijä sokeriaineenvaihdunnan häiriöiden ehkäisemisessä. Jatkotutkimuksissa tulisikin selvittää objektiiviseen fyysisen aktiivisuuden mittaukseen perustuen tarkemmin fyysisen aktiivisuuden määrän ja intensiteetin suhdetta verensokeriarvoihin. Objektiivinen fyysisen aktiivisuuden mittaaminen antaa tärkeää uutta näkökulmaa fyysisen aktiivisuuden ja sokeriaineenvaihdunnan yhteyksien tutkimiseen. Jatkossa on tärkeää myös hakea uusia vaihtoehtoisia tapoja käsitellä objektiivisesti mitatun fyysisen aktiivisuuden raakadataa, jotta voidaan esimerkiksi selvittää onko alle kymmenen minuutin kestoisilla fyysisen aktiivisuuden jaksoilla yhteyttä sokeriaineenvaihdunnan tehostumiseen. Toisaalta tutkimusten vertailtavuuden näkökulmasta olisi tärkeää, että käytettävät analyysimenetelmät ovat yhtenäisiä tutkimuksesta toiseen.

Tässä tutkimuksessa havaitut erot tarvittavan fyysisen aktiivisuuden intensiteetin eroista sukupuolten välillä tulee vahvistaa muissa tutkimuksissa ennen kuin tarkempia johtopäätöksiä asiasta voidaan tehdä. Objektiivisessa mittauksessa havaittu ero sukupuolten välillä inaktiivisen ajan ja sokerinsiedon välillä kaipaa myös lisää tutkimusta, jotta tuloksia voidaan yleistää. Mikäli erot sukupuolten välillä objektiivisesti mitatun fyysisen aktiivisuuden ja sokerimuuttujien välillä voidaan jatkossa osoittaa paikkaansa pitäviksi, niin sillä on keskeistä merkitystä liikuntalääketieteellisen tiedon uusiutumisen kannalta.

Inaktiivisuuden suhteen jatkossa olisi tärkeää selvittää ennustaako inaktiivisen ajan kokonaiskesto riittävän selkeästi sokeriaineenvaihdunnan häiriöiden esiintyvyyttä ja miten paikallaan olon keskeytyminen vaikuttaa sokeriaineenvaihdunnan tilaan. Fyysisesti inaktiivisen ajan objektiivisen mittauksen tarkastelu raakadatasta lyhyinä ajanjaksoina antaa uusia näkökulmia selvittää inaktiivisen ajan ja terveystilanteiden tarkempaa yhteyttä. Toisaalta inaktiivisuuden terveyshaitat huomioiden, liikuntakäytösten lisäksi perusterveydenhuollossa tarvittaisiin myös mittaria, jolla voidaan erotella terveytensä kannalta liikaa inaktiivista aikaa viettävät henkilöt huolimatta fyysisen aktiivisuuden määrästä.

Tämän tutkimuksen ja kiihtyvyysanturiin perustuvien mittausmenetelmien rajoituksista huolimatta, liikuntalääketieteellisen tiedon uusiutumisen kannalta on erittäin tärkeää, että fyysistä aktiivisuutta voidaan nykyisin mitata objektiivisesti pidemmällä ajanjaksolla. Fyysisen aktiivisuuden objektiivinen mittaus antaa meille uudenlaisia työkaluja tarkastella voimassa olevia terveysliikuntasuosituksia ja tarvittaessa uudistaa niitä aiempaa täsmällisemmäksi. On kuitenkin muistettava, että subjektiivisilla menetelmillä saadaan esille liikuntakäyttäytymiseen yhteydessä olevia tekijöitä, joita emme voi kiihtyvyysanturilla mitata. Tämän vuoksi sekä subjektiivista, että objektiivista mittausmenetelmää tarvitaan yhdessä tarkimman mahdollisimman tiedon saamiseksi.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

1. Subjektiiivisesti arvioitu harrastetun liikunnan määrä korreloi voimakkaasti objektiivisesti mitatun vähintään kohtuukuormitteisen fyysisen aktiivisuuden kokonaismäärän kanssa, mikä puoltaa kyseisen mittarin käytettävyyttä jaoteltaessa ikääntyviä liikuntasuosituksia täyttäväksi ja liikuntasuosituksia alittaviksi. Subjektiiivisesti arvioidun liikkeelläolo määrän ja objektiivisesti mitatun vähintään kevyt kuormitteisen fyysisen aktiivisuuden kokonaismäärän välinen yhteys ei sen sijaan ole selkeä.

2. Subjektiiivisesti arvioitu harrastetun liikunnan määrä ei korreloi verensokerimuuttujien kanssa. Objektiivisesti mitatun kevyen aktiivisuuden määrän ja sokerinsiedon välillä on negatiivinen korrelaatio eli kevyen aktiivisuuden määrän kasvaessa sokerinsieto paranee. Objektiivisesti mitattu kohtuukuormitteinen ja raskas fyysinen aktiivisuus sen sijaan korreloivat negatiivisesti paastosokeripitoisuuden ja pitkäaikaissokeripitoisuuden kanssa eli kohtuukuormitteisen ja raskaan fyysisen aktiivisuuden määrän lisääntyessä paastosokeripitoisuus ja pitkäaikaissokeripitoisuus pienenevät. Objektiivisella fyysisen aktiivisuuden mittauksella saadaan esiin fyysisen aktiivisuuden ja sokeriaineenvaihdunnan välisiä yhteyksiä, joita ei subjektiiivisilla menetelmillä havaita.

3. Subjektiiivisesti mitatun istumiseen käytetyn ajan ja paastosokeripitoisuuden, sekä pitkäaikaisen sokeritasapainon välillä on positiivinen korrelaatio eli subjektiiivisesti arvioidun istumiseen käytetyn ajan lisääntyessä myös paastosokeripitoisuus ja pitkäaikainen sokeritasapaino kohoavat. Objektiivisesti mitattu inaktiivinen aika sen sijaan korreloi positiivisesti sokerinsiedon kanssa eli inaktiivisen ajan lisääntyessä kahden tunnin sokeriarvo sokerirasituskokeessa kohoaa. Nyt saatujen tulosten perusteella on kuitenkin syytä olettaa, että tutkittavat aliarvioivat todellista istumiseen käyttämäänsä aikaa, mikä voi vaikuttaa osaltaan tutkimustulosten ristiriitaisuuteen.

8 LÄHDELUETTELO

Ainslie PN, Reilly T, Westerterp KR. Estimating human energy expenditure: a review of techniques with particular reference to doubly labeled water. *Sports Medicine* 2003; 33(9):683-98.

Ainsworth BE, Haskell WL, Whitt MC, Irwin ML, Swartz AM, Strath SJ, O'Brien WL, Bassett DR, Schmitz KH, Emplaincourt PO, Jacobs DR, Leon AS. Compendium of physical activities: an update of activity codes and MET intensities. *Med Sci Sports Exerc* 2000; 32(9):498-504.

American Diabetes Association. Diagnosis and classification of diabetes mellitus. *Diabetes Care* 2014; 37:81-90.

Ara I, Aparicio-Ugarriza R, Morales-Barco D, Nascimento de Souza W, Mata E, Gonzalez-Gross M. Physical Activity assessment in the general population; validated self-report methods. *Nutr Hosp* 2015; 31(3):211-8.

Atienza AA, Moser RP, Perna F, Dodd K, Ballard-Barbash R, Troiano RP, Berrigan D. Self-reported and objectively measured activity related to biomarkers using NHANES. *Med Sci Sports Exerc* 2011; 43(5):815-821.

Barreira TV, Hamilton MT, Craft LL, Gapstur SM, Siddique J, Zderic TW. Intra-individual and inter-individual variability in daily sitting time and MVPA. *J Sci Med Sport* 2015. DOI: 10.1016/j.jsams.2015.05.004

Borg G. borg's perceived exertion and pain scales. Champaign (IL). Human Kinetics 1998: 104-38.

Bouchard C, Tremblay A, Leblanc C, Lortie G, Savard R, Thériault G. A method to assess energy expenditure in children and adults. *An J Clin Nutr* 1983; 37(3):461-7.

Byrne NM, Hills AP, Hunter GR, Weinsier RL, Schutz Y. Metabolic equivalent: One size does not fit all. *J Appl Physiol* 2005; 99(3):1112-9.

Celis-Morales CA, Perez-Bravo F, Ibanez L, Salas C, Bailey MES, Gill JMR. Objective vs. self-reported physical activity and sedentary time: effects of measurement method on relationships with risk biomarkers. *PLoS One* 2012; 7(5):e36345.

Chen KY, Bassett DR. The technology of accelerometry-based activity monitors: current and future. *Med Sci Sports Exerc* 2005; 37(11):490-500.

Chudyk A, Petrella RJ. Effects of exercise on cardiovascular risk factors in type 2 diabetes: a meta-analysis. *Diabetes Care* 2011; 34(5):1228-37.

Colberg SR, Sigal RJ, Fernhall B, Regensteiner JG, Blissmer BJ, Rubin RR, Chasan-Taber L, Albright AL, Braun B. Exercise and Type 2 diabetes: The American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association: joint position statement. *Diabetes Care* 2010; 33(12):147-67.

Crouter SE, Schneider PL, Karabulut M, Bassett DR. Validity of 10 electronic pedometers for measuring steps, distance, and energy cost. *Med Sci Sports Exerc* 2003; 35(8):1455-60.

Da Rocha EEM, Alves VGF, da Fonseca RBV. Indirect calorimetry: methodology, instruments and clinical application. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2006; 9(3):247-56.

DeFronzo RA, Tripathy D. Skeletal muscle insulin resistance is the primary defect in type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2009; 32:157-63.

De Rezende LFM, Rey-López JB, Matsudo VKR, do Carmo LO. Sedentary behavior and health outcomes among older adults: a systematic review. *BMC Public Health* 2014a; 14:333.

De Rezende LFM, Rodriques LM, Rey-López JB, Matsudo VKR, Luiz OdC. Sedentary behavior and health outcomes: An overview of systematic reviews. *PLoS One* 2014b; 9(8):e105620.

Diabetes. Käypä hoito -suositus. Suomalaisen lääkäriseuran, Suomen Sisätautilääkäreiden yhdistyksen ja Diabetesliiton lääkärineuvoston asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim, 2013 (viitattu 17.12.2014). Saatavilla Internetissä: www.kaypahoito.fi

Diabetes ja liikunta. Käypä hoito -suositus. Diabeteksen Käypä hoito -työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim, 2009 (viitattu 12.1.2015). Saatavilla Internetissä: www.kaypahoito.fi

Droumaguet C, Balkau B, Simon D, Caces E, Tichet J, Charles MA, Eschwege E. Use of HbA1c in predicting progression to diabetes in French men and women: data from an Epidemiological Study on the Insulin Resistance Syndrome (DESIR). *Diabetes Care* 2006; 29(7): 1619-25.

Franco MR, Tong A, Howard K, Sherrington C, Ferreira PH, Pinto RZ, Ferreira ML. Older people's perspectives on participation in physical activity: a systematic review and thematic synthesis of qualitative literature. *Br J Sports Med* 2015; 13.

Fogelholm M. Physical activity, fitness and fatness: relations to mortality, morbidity and disease risk factors. A systematic review. *Obes Rev* 2010; 11(3):202-21.

Forsen L, Loland NW, Vuillemin A, Chinapaw MJ, van Poppel MN, Mokkink LB, van Mechelen W, Terwee CP. Self-administered physical activity questionnaires for elderly: a systematic review of measurement properties. *Sports Medicine* 2010; 40(7):601-23.

Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee I-M, Nieman DC, Swain DP. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2011; 43(7): 1334-59.

Goodyear LJ ja Kahn BB. Exercise, glucose transport and insulin sensitivity. *Annu Rev Med* 1998; 49:235-61.

Gordon BA, Benson AC, Bird SR, Fraser SF. Resistance training improves metabolic health in type 2 diabetes: a systematic review. *Diabetes Res Clin Pract* 2009; 83(2):157-75.

Gordon BA, Fraser SF, Bird SR, Benson AC. Insulin sensitivity not modulated 24 to 78 h after acute resistance exercise in type 2 diabetes patients. *Diabetes Obes Metab* 2013; 15(5):478-80.

Guh DP, Zhang W, Bansback N, Amarsi Z, Birmingham CL, Anis AH. The incidence of co-morbidities related to obesity and overweight: a systematic review and meta-analysis. *BMC Public Health* 2009; 9:88.

Hallal PC, Andersen LB, Bull FC, Guthold R, Haskell W, Ekelund U. Global physical activity levels: surveillance progress, pitfalls and prospects. *Lancet* 2012; 380(9838):247-57.

Hansen D, Dendale P, Jonkers RAM, Beelen M, Manders RJF, Corluy L, Mullens A, Berger J, Meeusen R, van Loon LJC. Continuous low- to moderate-intensity exercise training is as effective as moderate- to high-intensity exercise training at lowering blood HbA(1c) in obese type 2 diabetes patients. *Diabetologia* 2009; 52(9):1789-97.

Harvey JA, Chastin SFM, Skelton DA. Prevalence of sedentary behavior in older adults: a systematic review. *Int J Environ Res Public Health* 2013; 10(12):6645-61.

Healy GN, Dunstan DW, Salmon J, Cerin E, Shaw JE, Zimmet PZ, Owen N. Objective measured light-intensity physical activity is independently associated with 2-h plasma glucose. *Diabetes Care* 2007; 30(6):1384-9.

Helmerhorst HJF, Brage S, Warren J, Besson H, Ekelund U. A systematic review of reliability and objective criterion-related validity of physical activity questionnaires. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2012; 9:103.

Herzig K-H, Ahola R, Leppäluoto J, Jokelainen J, Jämsä T, Keinänen-Kiukaanniemi S. Light physical activity determined by a motion sensor decreases insulin resistance, improves lipid homeostasis and reduces visceral fat in high-risk subjects: PreDiabEx study RCT. *Int J Obes* 2014; 38(8):1089-1096.

Holten MK, Zacho M, Gaster M, Juel C, Wojtaszewski JFP, Dela F. Strength training increases insulin-mediated glucose uptake, GLUT 4 content, and insulin signaling in skeletal muscle in patients with type 2 diabetes. *Diabetes* 2004; 53(2): 294-305.

Howley ET. Type of activity: resistance, aerobic and leisure versus occupational physical activity. *Med Sci Sports Exerc* 2001; 33(6): 364-9.

Howley ET. To the editor. *J Phys Act Health* 2011; 8:141-142.

Husu P, Suni J, Vähä-Ypyä H, Sievänen H, Tokola K, Valkeinen H, Mäki-Opas T, Vasankari T. Suomalaisten aikuisten kiihtyvyysanturilla mitattu fyysinen aktiivisuus ja liikkumattomuus. *Suomen Lääkärilehti* 2014; 25-32:1860-1866.

Jefferis BJ, Sartini C, Lee I-M, Choi M, Amuzu A, Gutierrez C, Casas JB, Ash S, Lennon LT, Wannamethee SG, Whincup PH. Adherence to physical activity guidelines in older adults, using objectively measured physical activity in a population-based study. *BMC Public Health* 2014; 14:382.

Jeon CY, Lokken RP, Hu FB, Van Dam RM. Physical activity of moderate intensity and risk of type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2007; 30(3):744-52.

Jetté M, Sidney K, Blümchen G. Metabolicequivalents (METS) in exercise testing, exercise prescription, and evaluation of functional capacity. *Clin Cardiol* 1990;13: 555-65.

KvantiMOTV. 2008. Menetelmäopetuksen tietovaranto. Mittaaminen: Mittarin luotettavuus [verkkojulkaisu]. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto [ylläpitäjä ja tuottaja].

<http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/mittaaminen/luotettavuus.html#validiteetti>

(luettu 24.8.2015)

Kujala UM, Mäkinen VP, Heinonen I, Soininen P, Kangas AJ, Leskinen TH, Rahkila P, Wurtz P, Kovanen V, Cheng S, Sipilä S, Hirvensalo M, Telama R, Tammelin T, Savolainen MJ, Pouta A, O'Reilly PF, Mäntyselkä P, Viikari J, Kähönen M, Lehtimäki T, Elliott P, Vanhala MJ, Raitakari OT, Järvelin MR, Kaprio J, Kainulainen H, Ala-Korpela M. Long-term leisure-time physical activity and serum metabolome. *Circulation* 2013; Jan 127(3):340-8.

Laaksonen DE, Lindström J, Lakka TA, Eriksson JG, Niskanen L, Wikström K, Aunola S, Keinänen-Kiukaanniemi S, Laakso M, Valle TT, Ilanne-Parikka P, Louheranta A, Hämäläinen H, Rastas M, Salminen V, Cepaitis Z, Hakumäki M, Kaikkonen H, Härkönen P, Sundvall J, Tuomilehto J, Uusitupa M. Physical Activity in the prevention of type 2 diabetes: the Finnish Diabetes Prevention Study. *Diabetes* 2005; 54(1):158-65.

Lee I-M, Shiroma EJ, Lobelo F, Puska P, Blair SN, Katzmarzyk PT. Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy. *Lancet* 2012; 380(9838):219.29.

Lee JA, Williams SM, Brown DD, Laurson KR. Concurrent validation of the Actigraph gt3x+, Polar Active accelerometer, Omron HJ-720 and Yamax Digiwalker SW-701 pedometer step counts in lab-based and free-living settings. *J Sports Sci* 2015; 33(10):991-1000.

Lihavuus. Käypä hoito -suositus. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin ja Suomen Lihavuustutkijat ry:n asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim, 2012 (viitattu 17.3.2015). Saatavilla Internetissä: www.kaypahoito.fi

Liikunta. Käypä hoito -suositus. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin ja Käypä hoito -johtoryhmän asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim, 2012 (viitattu 22.3.2013). Saatavilla Internetissä: www.kaypahoito.fi

Metcalf RS, Babraj JA, Fawcner SG, Volvaard NBJ. Towards the minimal amount of exercise for improving metabolic health: beneficial effects of reduced-exertion high-intensity interval training. *Eur J Appl Physiol* 2012; 112(7): 2767-75.

Muniyappa R, Lee S, Chen H, Quon MJ. Current approaches for assessing insulin sensitivity and resistance in vivo: advantages, limitations, and appropriate usage. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2008; 294(1):15-26.

Mäkinen T, Valkeinen H, Borodulin K, Vasankari T. Terveiden ja hyvinvoinninlaitoksen raportti 68/2012. Fyysinen aktiivisuus. Teoksessa: Koskinen S, Lundqvist A, Ristiluoma N (toim.) Terveys, toimintakyky ja hyvinvointi Suomessa 2011. s.55–58.

Mälkiä E. 1983. Eräät lihasten suorituskykymittaukset fyysisen toimintakykyisyyden kuvaajana suomalaisessa aikuisväestössä. Kansaneläkelaitoksen julkaisuja AL: 23, Turku, Kansaneläkelaitoksen kuntoutustutkimuskeskus. s. 41.

Nathan DM, Davidson MB, DeFronzo RA, Heine RJ, Henry RR, Pratley R, Zinman B. Impaired fasting glucose and impaired glucose tolerance: implications for care. *Diabetes Care* 2007; 30(3):753-9.

O'Donovan G, Blazeovich AJ, Boreham C, Cooper AR, Crank H, Ekelund U, Fox KR, Gately P, Giles-Corti B, Gill JM, Hamer M, McDermott I, Murphy M, Mutrie N, Reilly JJ, Saxton JM, Stamatakis E. The ABC of Physical Activity for Health: a consensus statement from the British Association of Sport and Exercise Science. *J Sport Sci.* 2010; 28(6):573-591.

Painoindeksi ja vyötärön ympärys. Käypä hoito -suositus. Aikuisten lihavuus -työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim, 2010 (viitattu 17.3.2015). Saatavilla Internetissä: www.kaypahoito.fi

Pate RR, O'Neill JR, Lobelo F. The evolving definition of "sedentary". *Exerc Sport Sci Rev*. 2008; 36(4):173-8.

Plasqui G, Westerterp KR. Physical activity assessment with accelerometers: an evaluation against doubly labeled water. *Obesity (Silver Spring)* 2007; 15(10):2371-9.

Polar Electro Oy. 2010. Polar Active –Activity Monitor for children and Adolescents. <http://www.befit2learn.com/Assets/PDFsforworkshop/fwforinthefolderpart1/WhitePaperonActiveWatch.pdf> (luettu 14.7.2014).

Rödger L, Jonsdottir IH, Rosengren A, Björck L, Grimby G, Thelle DS, Lappas G, Börjesson M. Self-reported leisure time physical activity: a useful assessment tool in everyday health care. *BMC Public Health* 2012; 12: 693.

Sawada SS, Lee IM, Naito H, Noguchi J, Tsukamoto K, Muto T, Higaki Y, Tanaka H, Blair SN. Long-term trends in cardiorespiratory fitness and the incidence of type 2 diabetes. *Diabetes Care* 2010; 33(6): 1353-7.

Sedentary Behaviour Research Network. Letter to the Editor: Standardized use of the terms "sedentary" and "sedentary behaviours". 2012. Saatavilla [www-muodossa.fi](http://www.muodossa.fi) osoitteessa: <http://www.sedentarybehaviour.org/what-is-sedentary-behaviour/> (luettu 13.1.2015)

Sieverdes JC, Sui X, Lee D-c, Church TS, McClain A, Hand GA, Blair SN. Physical activity, cardiorespiratory fitness and the incidence of type 2 diabetes in a prospective study of men. *Br J Sports Med* 2010; 44(4):238-244.

Sigal RJ, Kenny GP, Boulé NG, Wells GA, Prud'homme D, Fortier M, Reid RD, Tulloch H, Coyle D, Phillips P, Jennings A, Jaffey J. Effects of aerobic training, resistance training, or both on glycemic control in type 2 diabetes: a randomized trial. *Annals of Internal Medicine* 2007; 147(6):357-69.

Sosiaali- ja terveystieteiden ministeriö. 2015. Istu vähemmän – voi paremmin! Kansalliset suositukset istumisen vähentämiseen. Sosiaali- ja terveystieteiden ministeriön esitteitä 2015.

Saatavilla www-muodossa osoitteessa:

http://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/126296/STM_esite_210x210_Kansalliset%20suositukset%20istumisen%20v%C3%A4hent%C3%A4miseksi_sisus_net_jpg..pdf?sequence=1 (luettu 6.7.2015)

Strath SJ, Swartz AM, Bassett DR, O'Brien WL, King GA, Ainsworth BE. Evaluation of heart rate as a method for assessing moderate intensity physical activity. *Med Sci Sports Exerc* 2000; 32(9):465-70.

Strath SJ, Kaminsky LA, Ainsworth BE, Ekelund U, Freedson PS, Gary RA, Richardson CR, Smith DT, Swartz AM. Guide to assessment of physical activity: clinical and research applications. A scientific statement from the American Heart Association. *Circulation* 2013; 128:2259-2279.

Tremblay MS, Warburton DER, Janssen I, Paterson DH, Latimer AE, Rhodes RE, Kho ME, Hicks A, LeBlanc AG, Zehr L, Murumets K, Duggan M. New Canadian physical activity guidelines. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism* 2011; 36(1):36-46.

Tuomilehto J, Lindström J, Eriksson JG, Valle TT, Hämäläinen H, Ilanne-Parikka P, Keinänen-Kiukkaanniemi S, Laakso M, Louheranta A, Rastas M, Salminen V, Uusitupa M. Prevention of type 2 diabetes mellitus by changes in lifestyle among subjects with impaired glucose tolerance. *N Engl J Med* 2001; 344(18):1343-50.

U.S. Department of Health and Human Services. 2008a. Physical activity guidelines advisory committee report. Saatavilla www-muodossa osoitteessa: <http://www.health.gov/paguidelines/Report/pdf/CommitteeReport.pdf> (luettu 8.4.2015).

U.S. Department of Health and Human Services. 2008b. Physical activity guidelines for Americans. Saatavilla [www-muodossa osoitteessa](http://www-muodossa.osoitteessa):

<http://www.health.gov/paguidelines/pdf/paguide.pdf> (luettu 14.8.2013)

Van Remoortel H, Giavedoni S, Raste Y, Burtin C, Louvaris Z, Gimeno-Santos E, Langer D, Glendenning A, Hopkinson NS, Vogiatzis I, Peterson BT, Wilson F, Mann B, Rabinovich R, Puhon MA, Troosters T. Validity of activity monitors in health and chronic disease: a systematic review. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2012; 9:84.

Vazquez G, Duval S, Jacobs DR Jr, Silventoinen K. Comparison of body mass index, waist circumference, and waist/hip ratio in predicting incident diabetes: a meta-analysis. *Epidemiol Rev.* 2007; 29:115-28.

Wasenius N. 2014. Influence of exercise training on daily physical activity and risk factors for type 2 diabetes. Faculty of Medicine of the University of Helsinki.s.42

Wild S, Roglic G, Green A, Sicree R, King H. Global prevalence of diabetes: estimates for the year 2000 and projections for 2030. *Diabetes Care* 2004; 27(5):1047-53.

Williams MA, Haskell WL, Ades PA, Amsterdam EA, Bittner V, Franklin BA, Gulanick M, Laing ST, Stewart KJ. Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: 2007 update: a scientific statement from the American Heart Association Council on Clinical Cardiology and Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism. *Circulation* 2007;116(5):572-84.

Williams PT, Thompson PD. Walking versus running for hypertension, cholesterol, and diabetes mellitus risk reduction. *Arterioscler Thromb Vasc Biol.* 2013; 33:1085-91.

World Health Organization. 2006. Definition and diagnosis of diabetes mellitus and intermediate hyperglycemia. Saatavilla [www-muodossa osoitteessa](http://www-muodossa.osoitteessa):

http://whqlibdoc.who.int/publications/2006/9241594934_eng.pdf (luettu 22.1.2015)

World Health Organization. 2008. Waist circumference and waist-hip ratio. Report of a WHO expert consultation. Saatavilla [www-muodossa osoitteessa: http://whqlibdoc.who.int/publications/2011/9789241501491_eng.pdf](http://whqlibdoc.who.int/publications/2011/9789241501491_eng.pdf) (luettu 23.4.2015)

World Health Organization. 2009. Global health risks: mortality and burden of disease attributable to selected major risks. Report of a WHO Study Group. Saatavilla [www-muodossa osoitteessa: http://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/GlobalHealthRisks_report_full.pdf](http://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/GlobalHealthRisks_report_full.pdf) (luettu 7.7.2015)

World Health Organization. 2013. Diabetes. Saatavilla [www-muodossa osoitteessa: http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs312/en/](http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs312/en/) (luettu 14.7.2014).

World Health Organization. 2015. BMI classification. Saatavilla [www-muodossa osoitteessa: http://apps.who.int/bmi/index.jsp?introPage=intro_3.html](http://apps.who.int/bmi/index.jsp?introPage=intro_3.html) (luettu 9.4.2015)

Yehuda AB, Zinger A, Durso S. The older patient with diabetes: a practical approach. Diabetes Metab Res Rev 2014; 30(2):88-95.